Das populäre Magazin für Astronomie und Raumfahrt

Spektrum DER WISSENSCHAFT

ASTRONOMIE HEUTE

SKY & TELESCOPE DEUTSCHE AUSGABE

WWW.ASTRONOMIE-HEUTE.DE

November
11 / 2005
€ 6,50 / sFr 12,50

VENUS EXPRESS

Europas Sonde startet zur Erkundung unseres inneren Nachbarplaneten

KOMETEN
Wenn sie der Sonne zu nahe kommen

ASTROFOTOGRAFIE
Meades DSI revolutioniert die Astrofotografie

60463

EXOPLANETEN
Erste Bilder von fremden Welten

STERNNAMEN
Ihre Bedeutung von Algol bis Zubeneschamali

4 196046 306506 11

Reinhard Breuer
Chefredakteur

Venus statt Mars

Allmählich wurde es ja auch Zeit! All die letzten Jahre standen Mars und das äußere Sonnensystem im Zentrum fast aller Planetenexpeditionen. Auch der im August gestartete Mars Rennaissance Orbiter wird im nächsten Jahr den Roten Planeten nochmals durchfotografieren, diesmal auf der Suche nach Landeplätzen für künftige Marsonauten. Aber was ist mit Venus, unserem sonnennäheren und auch erdähnlicheren Nachbarn?

Venus Express wird die erste Raumsonde sein, die Europa zur Venus schickt: Wenn der Satellit wie geplant am 26. Oktober vom Kosmodrom in Baikonur (Kasachstan) abhebt und fünf Monate später am Zielort eintrifft, wird er 15 Jahre nach der letzten großen Venusexpedition mit der Magellansonde der Nasa die Erkundung unseres planetaren Nachbarn endlich weiter vorantreiben.

Die Esa kopiert – vorwiegend aus Kostengründen – ihren eigenen, äußerst erfolgreichen Mars Express, allerdings mit kleinen Unterschieden. Venus Express wird beispielsweise kein Landegerät Beagle 3 mitschleppen. Das war vermutlich eine gute Idee im Hinblick auf den Flop von Beagle 2, der ein unschönes Loch in den Marsboden geschlagen hat. Weniger einleuchtend ist allerdings, dass der Orbiter kein Radarexperiment mit sich führt. Venus Express wird also kaum einen Blick durch die Wolkensuppe hindurch auf die Oberfläche des Nachbarplaneten werfen können. Da die Venuskruste kein Wasser enthält, hätten Radarstrahlen zudem kilometertief in sie eindringen und dort Lavaströmungen und andere Formationen aufspüren können.

ESA

Venus Express kurz vor dem Verladen in das Flugzeug nach Baikonur, auf dem Weg zum Kosmodrom

Gleichwohl sind nicht nur Planetologen auf die Resultate der neuen Mission gespannt, hält der Schwesterplanet der Erde doch noch viele Geheimnisse verborgen. Thorsten Dambeck hat für uns bei der Esa recherchiert (S. 22).

Zur Sonne streben alle Kometen, die ins Innere unseres Planetensystems geraten. Seit dem vorletzten Jahrhundert ist bekannt, dass es einige auch in die gefährliche Nähe an die Sonnenoberfläche zieht, sodass sie dort zerbrechen, ihre Trümmer für kurze Zeit besonders hell aufleuchten und oft dabei völlig verdampfen. Den Durchbruch in der sonnennahen Kometenforschung brachte der Satellit Soho. Auf über 200 000 schätzen Astronomen heute die Zahl dieser Schweifsterne, von denen die Sonde tausend direkt beobachten konnte.

Das hatte die Profiastronomen keineswegs beabsichtigt: Erst als einige Amateurastronomen auf Soho-Aufnahmen ab 1999 zahlreiche Kometen entdeckten, merkten auch die Wissenschaftler, welche Möglichkeiten sich hier eröffneten. »Der große Erfolg der Mission«, geben Tony Hoffman (der selbst schon einen Soho-Kometen entdeckte) und Brian Marsden gerne zu, »ist nicht zuletzt Amateurastronomen zu verdanken« (S. 16).

INHALT

WISSEN

Astro News 8
Gammastrahlenausbruch, Planet Ceres, Tempel-1, schneller Pulsar u. a.

▶ **Kometen bei der Sonne** 16
Auf den Bildern der Raumsonde Soho entdeckten Amateurastronomen sonnennahe Schweifsterne

▶ **Venus Express** 22
Im April 2006 soll die europäische Sonde mit der Erkundung der Venus beginnen

▶ **Sternnamen** 28
Griechen und Babylonier prägten die Namen der hellsten Sterne

▶ **Exoplaneten** 36
Wer schoss das erste Foto einer fremden Welt?

BEOBACHTUNG

Nahaufnahme 42
Pegasus: kopfüber am Himmel

Deep Sky 44
Entdecken Sie die »Galaxie Nr. 1« – den großen Andromedanebel

Feldstechertipp 47
Richten Sie Ihr Fernglas steil nach oben: zum Haufen Melotte 20

Planetarium 48
Die Beobachtungshöhepunkte des Monats

Sterntafel 50
Übersicht des Mitternachtshimmels

SZENE

Tag der Raumfahrt 54
Von Berlin aus ins All starten

Unterwegs 56
Auf Polarlicht-Pirsch in Lappland

Porträt Frank Drake 60
Der Radioastronom und Seti-Forscher im Gespräch

Vor Ort 64
Das Kepler-Museum im schwäbischen Weil der Stadt

Planetarien 68
Vier gewinnt in Österreich

Die auf der Titelseite angekündigten Themen sind mit ▲ gekennzeichnet

Exoplaneten 36
Bizarre Welten unter fremder Sonnen: Jetzt gelingen Astronomen erste Bilder solcher Planeten

TITEL 22

ESA

Die Venus-Express-Mission soll Wolkenstürme und Vulkane des Nachbarplaneten enträtseln

Im Licht der Sonne

Ein Amateurastronom hat es gemerkt: Die Sonde Soho eignet sich ganz vorzüglich für die Beobachtung sonnennaher Kometen

16

SoT, CASEY B. REED

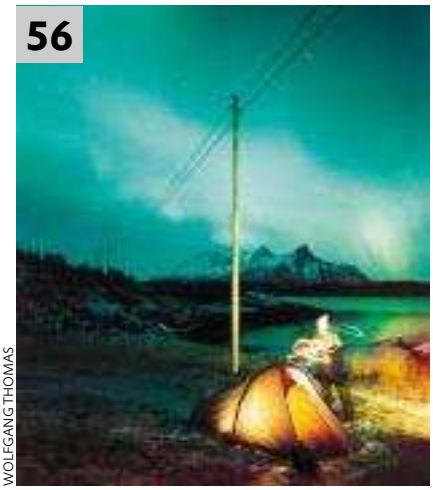
NIGHT SKY, OWEN GINGERICH

Von Perseus bis Algol 28

Aus Babylon, Ägypten und Griechenland stammen hunderte Sternnamen. Mit ihnen kamen ihre Geschichten zu uns

NASA, JPL / CALTECH

56



WOLFGANG THOMAS

Aurora-Jäger

Geduld und Kälteresistenz braucht man zur Polarlichtjagd in Nordskandinavien. Der Fotograf Wolfgang Thomas war dort mit Zelt und Kamera unterwegs

Planet Austria

Ob alpin oder futuristisch – das Innenleben der österreichischen Sterntheater macht einen Besuch zum Erlebnis

68

SULZER, ZEISS-PLANETARIUM SCHWAZ

S&T / JOHNNY HORNE

Astro-Kameras

80

Obwohl die Chips der neuen DSI-Kameras relativ klein sind, lassen sich damit die meisten Deep-Sky-Objekte formatfüllend abbilden

TIPPS

Glanzlichter 72
Sternschnuppenjagd im Perseus

Einsteigerecke 76
Warum der tief stehende Mond uns so riesig erscheint

Neuheiten 78
Okulare von Baader, ein Justierlaser und Supreme Barlowlinsen

▶ **Astrofotografie** 80
Die neuen Deep Sky Imager von Meade im Praxistest

Screenshot 88
SkyMap Pro 11

Astronomie Online 90
Das österreichische Astro-Portal

Bücher 92
Zwei Sternführer für Einsteiger

TV & Events 94
Kinder-Uni auf dem Planet Wissen

3 Editorial • 6 Leserbriefe / Leser fragen – Experten antworten • 97 Kleinanzeigen / Preisrätsel • 98 Vorschau / Impressum

Titelbild: Die europäische Raumsonde Venus Express soll im April 2006 den Nachbarplaneten erreichen

Bildnachweis: Nasa, JPL / Esa / S&T, Casey B. Reed / AH, Marc Grove

S&T / AH

Kometendaten

Was den Fragebogen »Ihre Meinung ist uns wichtig« betrifft, kann ich generell sagen, ich bin mit allem zufrieden. Machen Sie so weiter. Einen Wunsch habe ich allerdings: Könnten Sie auch Daten über Kometen bringen, da diese in den Jahrbüchern verständlicherweise nicht angekündigt werden?

Alfred Ploß, Selb

Antwort der Redaktion:
Aus Platzgründen können wir Angaben zu Kometen leider nicht routinemäßig in jeder Ausgabe von ASTRONOMIE HEUTE veröffentlichen. Wenn ein Komet so hell wird, dass er mit einem Feldstecher oder mit kleineren Teleskopen beobachtet werden kann, berichten wir darüber.

Kurzfristige Hinweise finden Sie auch auf unserer Homepage unter www.astronomie-heute.de.

Eroberung des Nordpols

»Mein Jules Verne«, AH 9/2005, S. 24

Ich war sehr überrascht, auf S. 26 (in Bezug auf die fingierte Eroberung des Nordpols durch den Romanhelden Kapitän Hatteras) folgenden Satz zu lesen: »Erst 35 Jahre nach Erscheinen des Buchs (das heißt im Jahr 1909) gelangte der Amerikaner Robert Peary als erster Mensch tatsächlich dorthin.« Die immer höchst umstrittene Eroberung des Nordpols durch Peary gilt heute als definitiv widerlegt. Nach dem aktuellen Stand der Forschung sollen erst 1937/38 die vier Mitglieder einer sowjetischen Station für geo-physikalische Messungen unter der Leitung von Iwan Papanin die ersten Menschen gewesen sein, die den geografischen Nordpol allerdings auf dem Luftweg erreicht und betreten haben. Diese Angabe findet sich seit 1997 auch im Guinness Book of Records.

Ugo D'Orazio, Berlin

Vergriffene Ausgaben

Ich bin ein großer Astronomie-Fan. Ihre fachlich und handwerklich sehr gut gemachte Zeitschrift ist mir jedoch erst durch einen Arbeitskollegen näher gebracht worden. Er zeigte mir die Juli/August-Ausgabe mit der Hubble-DVD als Beigabe. Seitdem suche ich dieses Heft und finde es nicht. An der DVD bin ich nämlich sehr interessiert und hätte sie gerne. Auf S. 3 steht zwar, sollte die hier eingeklebte Gratis-DVD fehlen und so weiter, fordern Sie sie an. Aber im Heft meines Arbeitskollegen fehlte sie ja nicht. Darum möchte ich Sie auf ehrliche Weise bitten, ob Sie mir die DVD auch so zusenden könnten.

Gregor Nowara, Bottrop

Antwort der Redaktion:
Gerne senden wir Ihnen ein Exemplar der Hubble-DVD zu. Wenn Sie eine ältere Ausgabe suchen, die im Handel bereits vergriffen ist, wenden Sie sich einfach an unseren Leserservice. Dieser hilft Ihnen gerne weiter. Sie erreichen ihn telefonisch unter 06221 9126743 oder per E-Mail unter marketing@spektrum.com.

Helle Kometen, die mit Feldstechern oder mit dem bloßen Auge sichtbar sind, werden im Heft angekündigt, wie hier in AH 5/2004, S. 50.

Kosmische Kollision

Man bekommt so oft Informationen darüber, dass sich unsere Nachbargalaxie, der Andromedanebel, auf uns zu bewegt. Jedoch erfährt man nirgends, wie schnell sie sich uns nähert beziehungsweise in wie vielen Millionen Jahren es zur Kollision mit unserer Milchstraße kommen wird. Können Sie meine Neugierde stillen?

Udo Drews, per E-Mail

Antwort der Redaktion:
Der Andromedanebel, der rund 2,3 Millionen Lichtjahre von der Milchstraße entfernt ist, bewegt sich mit zirka 121 Kilometer pro Sekunde auf unsere Heimatgalaxie zu. Daher sollte die Kollision der beiden Galaxien in gut sechs Milliarden Jahren erfolgen. Wie Sie M 31 beobachten können, lesen Sie ab S. 44.

Falsches Licht

»Mond pur«, AH 10/2005, S. 36

Im Glossar zu diesem Artikel ist ein Fehler aufgetreten. Das Erdlicht auf dem Mond ist kein von der irdischen Atmosphäre gebrochenes Sonnenlicht (das könnte den Mond gar nicht erreichen), sondern von der Erde reflektiertes Sonnenlicht. Im Artikel selbst ist dieser Sachverhalt richtig wiedergegeben.

Hermann Soester, Münster

Briefe an die Redaktion …

… sind willkommen!

Schreiben Sie an:
ASTRONOMIE HEUTE
Postfach 10 48 40
D-69038 Heidelberg
Fax: 06221 9126-769
E-Mail: redaktion@astronomie-heute.de

Wir behalten uns vor, Leserbriefe gekürzt zu veröffentlichen.

Star Observer

Ich bin Hobbyastronom und VdS-Mitglied. Bisher hatte ich ein Star-Observer-Abo. Gerüchte, dass dieser eingestellt würde, hat ein Anruf beim zuständigen Verlag bestätigt. Nun suche ich natürlich Ersatz. Ich habe auch schon eines Ihrer Magazine gelesen und fand dieses sehr ansprechend! Jemand erklärte mir, dass AH nur vier- oder fünfmal im Jahr erscheine. Ist das korrekt?

Michael Wilkes, per E-Mail

Antwort der Redaktion:
2003 erschienen die ersten fünf Ausgaben von AH als Doppelnummern. Seitdem gibt es zehn Hefte pro Jahr.

»Leser fragen – Experten antworten«

Was ist damit gemeint, wenn bei einem Raketenstart von einem Startfenster gesprochen wird? Und wieso dreht sich der Spaceshuttle unmittelbar nach dem Start mit dem »Rücken« nach unten? Armin Sloykowski, Diethardt

Unter einem Startfenster bei einer Raumfahrtmission versteht man eine Periode von mehreren zusammenhängenden Tagen und zugleich auch eine »Zeitscheibe« pro Tag. Der Start muss innerhalb dieser Tage und Stunden erfolgen, damit die Ziele und Randbedingungen einer Mission erfüllt werden. Da die Erde sich auf ihrer Bahn um die Sonne bewegt und sich dabei gleichzeitig um sich selbst dreht, ist klar, dass Startdatum und Startuhrzeit einen starken Einfluss auf die erzielte Bahn nach dem Start haben. Wie das Startfenster errechnet wird, ist von Mission zu Mission verschieden.

Bei Starts von Versorgungsmissionen zur ISS muss man sicherstellen, dass nach dem Start die Annäherung an die ISS gelingt, das heißt, beide Raumfahrzeuge müssen am Ende auf identischen Bahnen fliegen. Der letzte Shuttlestart musste zudem bei Tageslicht erfolgen, damit Kameras genau unter die Lupe nehmen können, ob Isoliermaterial vom Tank abfällt.

Bei interplanetaren Sonden wie etwa solchen zum Mars geht es darum, mit minimalem Energieaufwand die Erde zu verlassen und den Zielplaneten zu erreichen. Günstige Startfenster zum Mars ergeben sich alle fünfundzwanzig Monate.

Bei Erdbeobachtungsmissionen geht es oft darum, die Erdoberfläche unter gewissen Beleuchtungsbedingungen sehen zu können. Das Startfenster liegt daher täglich bei einer bestimmten Uhrzeit. Bei wieder anderen Missionen in sehr stark elliptischen Bahnen ist es so, dass je nach Startdatum und Startzeit die erzielte Bahn mehr oder weniger stabil und die Durchgänge durch den Erdschatten mehr oder weniger lang sein können. Oder aber es gibt Bordsensoren, die ein Satellit nach dem Start zur Orientierung braucht, die die Sonne mit einem bestimmten Blickwinkel anvisieren.

Man sieht, dass die Berechnung des Startfensters komplex und aufwändig ist, zumal es meist nicht um eine einzelne Anforderung geht, die erfüllt sein will, sondern um ein ganzes Paket.

Das Rollmanöver des Spaceshuttles wird durchgeführt, damit zum einen die Belastung durch den Luftwiderstand minimiert wird, und zum anderen, um mit der Bodenstation kommunizieren zu können.

Da die Startrampe aber so ausgerichtet ist, dass die erforderliche Rückenlage nicht von vorneherein eingenommen werden kann, wenn ein Start zur ISS erfolgt, startet der Shuttle so, wie es die Rampe gestattet, und dreht sich erst danach beim Aufstieg um den benötigten Winkel.

>> Michael Khan

Der Autor ist ein Raumfahrtexperte der Esa und arbeitet als Missionsanalytiker beim Europäischen Satellitenkontrollzentrum Esoc in Darmstadt.

Senden Sie uns Ihre Fragen zu Astronomie und Raumfahrt! Wir bitten Experten der jeweiligen Fachgebiete um ausführliche Antworten und stellen die interessantesten Beiträge vor.

ASTRONOMIE HEUTE

PRÄMIERTES WISSEN

Gewinnen Sie einen neuen Leser für ein Jahresabonnement von ASTRONOMIE HEUTE – und wählen Sie eine Dankesprämie!

»128 MB USB 1.1 Stick Silver« mit Verlängerungskabel und Trageband (ab Win 98)

»Universalgutschein BestChoice« über 30 €, einlösbar bei bis zu 100 Anbietern. Umtausch gegen Bargeld ist ausgeschlossen.

»Himmelsset für den Hobbyastronomen« mit Sternkartenbuch, Sternführer, drehbarer Sternkarte und Rotlicht-Taschenlampe

Jahresabo spektrum**direkt.** Die tägliche Wissenschaftszeitung im Internet mit über 12 000 Archivartikeln und vielen Links.

Bestellen können Sie: per Telefon: 06221 9126-743, per Fax: 06221 9126-751, oder unter:
www.astronomie-heute.de/abo

GAMMASTRAHLENAUSBRUCH I

Erste direkte Beobachtung einer kosmischen Explosion

Nur vierzig Sekunden waren nach der gigantischen Explosion GRB 050713a im Weltall vergangen, als Magic, das weltweit größte Gammastrahlenteleskop auf La Palma, darauf gerichtet war und die Messungen beginnen konnten.

Am 13. Juli 2005 ist es Forschern um Masahiro Teshima vom Münchner Max-Planck-Institut für Physik zum ersten Mal gelungen, einen Gammastrahlenausbruch noch während der Explosionsphase zu beobachten. GRB 050713a war zunächst zwanzig Sekunden nach dem Ausbruch vom Nasa-Satelliten Swift aufgespürt worden. Weitere zwanzig Sekunden vergingen, bis auch Magic die ersten Daten sammelte.

Dabei mussten sich die Forscher eines Tricks bedienen, denn die Erdatmosphäre ist für Gammastrahlen undurchlässig. Allerdings können sich die hochenergetischen Gammateilchen in den oberen Schichten der Atmosphäre spontan in ein Elektron und in dessen Antiteilchen, ein Positron, umwandeln. Beide Teilchen erzeugen ihrerseits weitere Sekundärteilchen, sodass ein so genannter Luftschauer entsteht.

Dessen elektrisch geladenen Teilchen sind schneller als die Lichtgeschwindigkeit in Luft und emittieren die bläuliche so genannte Tscherenkowstrahlung. Sie breitet sich annähernd in Flugrichtung des ursprünglichen Gammateilchens aus und beleuchtet auf der Erdoberfläche für wenige milliardstel Sekunden eine Fläche von einigen hundert Metern Durchmesser.

Fast 1000 Hochglanzspiegel von Magic bedecken eine Fläche von 236 Quadratmetern. Um etwas von der schwachen Tscherenkowstrahlung zu sehen, beobachten die Forscher in absolut dunklen Nächten.

MPI FÜR PHYSIK, ROBERT WAGNER

STERNENTSTEHUNG

Neue Hinweise auf Entstehung schwerer Sterne

Zwei Forschergruppen haben erstmals Akkretionsscheiben bei entstehenden Riesensternen nachgewiesen. Die Entdeckung belegt, was bisher nur vermutet wurde: Auch Riesengestirne können – ähnlich wie kleine und mittlere Sterne – aus der Kontraktion von Gaswolken hervorgehen.

HARVARD-SMITHSONIAN CFA

Ein Team um den Astrophysiker Nimesh Patel vom Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (CfA) bediente sich des neuen Submillimeter-Array-Radioteleskops auf Hawaii, um einen jungen Stern im Kepheus ins Visier zu nehmen. Der Himmelskörper ist etwa 15-mal so schwer wie die Sonne. Die Forscher zeigten, dass der Gigant von einer Gas- und Staubscheibe, einer so genannten Akkretionsscheibe, umgeben ist.

Untermauert werden die Ergebnisse von einem weiteren Team um den Astronomen Zhibo Jiang von der Chinesischen Akademie der Wissenschaften. Die Astronomen hatten das Becklin-Neugebauer-Objekt untersucht, einen 1500 Lichtjahre entfernten Protostern im Orionnebel, der mindestens die siebenfache Masse der Sonne aufweist. Aus der Streuung und Polarisation seines Lichts schlossen die Forscher, dass auch ihn eine Akkretionsscheibe umgibt.

Auch Riesensterne entstehen offenbar – wie einst die Sonne – aus rotierenden Gasscheiben.

Beide Entdeckungen wurden im Fachblatt »Nature« veröffentlicht. Sie sprechen dafür, dass auch Riesensterne aus der Verdichtung von Gas- und Staubwolken hervorgehen können. Dies war bislang umstritten, weil man davon ausging, dass bei der Kontraktion von Gaswolken nur begrenzt schwere Sterne entstehen können.

Manche Forscher hatten daher vermutet, dass nur die Verschmelzung kleinerer Gestirne zu stellaren Giganten führen kann.

RAUMFAHRT I

Katrina verzögert Spaceshuttle-Start

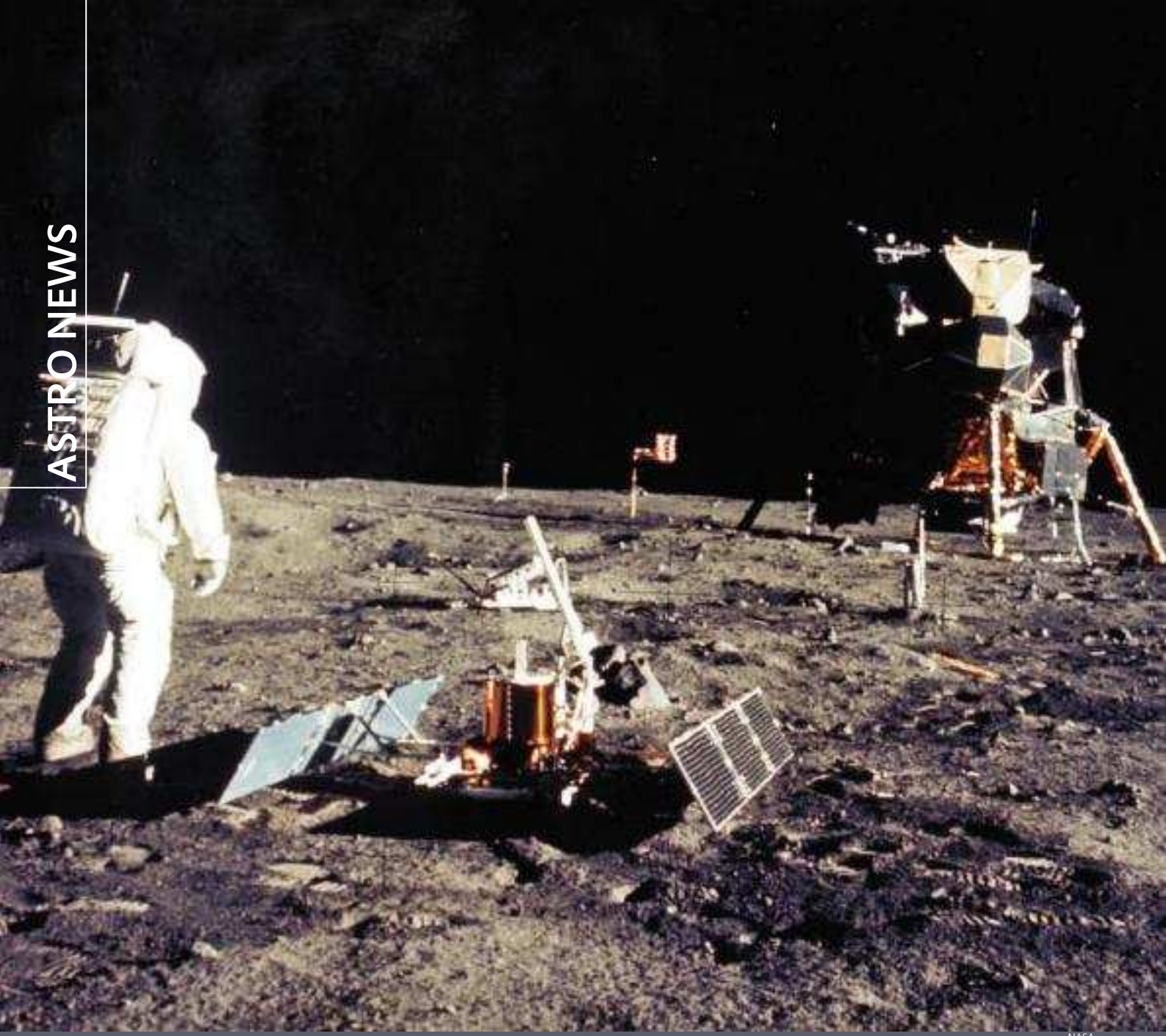
Der Wirbelsturm Katrina hat in den US-Bundesstaaten Louisiana und Mississippi Anlagen der Nasa beschädigt, in denen Teile der Raumfähren montiert werden.

Experten rechnen derzeit damit, dass sich der nächste Start eines Spaceshuttles erneut verzögert und nun frühestens im Herbst 2006 erfolgen kann.

Ursprünglich wollte die Nasa bereits im September dieses Jahres eine neue Mission starten. Doch diese musste wegen der Probleme mit der Schaumstoffisolierung des Außentanks auf März 2006 verschoben werden.

NASA

Das Loch im Dach der Halle in Michoud, Louisiana, riss der Wirbelsturm Katrina.



NASA

HUBBLE-WELTRAUMTELESKOP

Suche nach Bauplätzen für Mondstation

Mit Hilfe des Hubble Space Telescope erkunden Forscher der Nasa derzeit Regionen für mögliche bemannte Mondstationen. Wie Bruce Hapke von der University of Pittsburgh mitteilte, konzentriere man sich dabei auf die Suche nach Gesteinen, in denen das Mineral Ilmenit enthalten ist.

Das Eisen-Titan-Oxid enthält Sauerstoff, bindet an sein Kristallgitter aber auch Wasserstoff und Helium aus dem Partikelstrom des Sonnenwinds. Diese Gase könnten durch Erhitzen freigesetzt werden und zur Herstellung von Atemluft und Wasser dienen. Zudem wären sie geeignet, die Energieversorgung der Station zu sichern. In ferner Zukunft könne Ilmenit zudem als Eisenerz abgebaut werden.

Die Beobachtungen mit Hubble erfolgen im ultravioletten Bereich des Lichtspektrums und konzentrieren sich unter anderem auf Landestellen der Apollomissionen. Hier hatten die Astronauten seinerzeit bereits das Eisenmineral entdeckt. Ihre Daten sollen nun helfen, die Messungen auch für andere Mondregionen zu kalibrieren.

Wo die Astronauten der Apollomissionen einst das eisenreiche Mineral Ilmenit entdeckten, sucht das Hubble-Weltraumteleskop jetzt nach geeigneten Standorten für eine bemannte Mondstation.

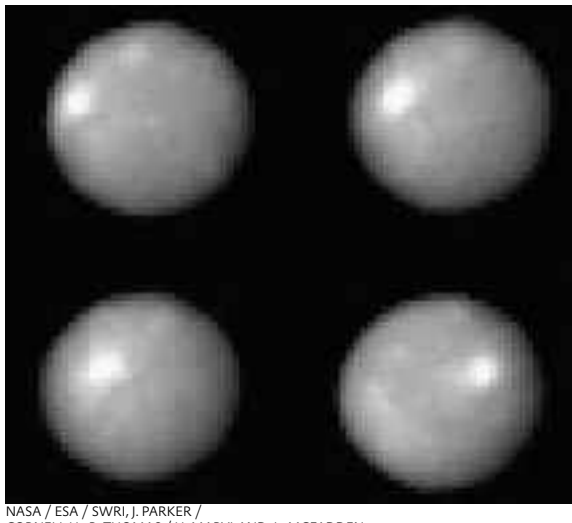
ASTEROIDEN I

Ceres womöglich ein Planet?

Ceres, mit 930 Kilometer Durchmesser größtes Objekt des Asteroidengürtels, hat Merkmale eines Planeten. Denn zum einen ist Ceres ziemlich rund, und das bedeutet, dass seine Masse und somit die eigene Schwerkraft groß genug ist, um die äußere Gestalt zu bestimmen. Zum anderen scheint er schalenförmig aufgebaut zu sein – so wie die Planeten auch.

Peter Thomas von der Cornell University im US-Bundesstaat New York hatte zusammen mit seinen Kollegen 267 Bilder des Hubble-Weltraumteleskops ausgewertet und die Daten sodann für Computersimulationen genutzt.

Die Modelle lassen darauf schließen, dass Ceres in seinem Innern über einen Kern aus dichtem Gestein verfügt, der von einem relativ leichten Mantel umgeben ist. Laut der Berechnungen besteht er zu einem Viertel aus Wasser. Der Miniplanet enthält demnach bis zu zweihundert Millionen Kubikmeter Süßwasser. Zum Vergleich: Auf der Erde gibt es davon nur gut vierzig Millionen Kubikmeter.



NASA / ESA / SWRI, J. PARKER / CORNELL U., P. THOMAS / U. MARYLAND, L. MCFADDEN

Seine auffallend runde Gestalt lässt darauf schließen, dass Ceres' Aufbau dem von Planeten ähnelt.

MILCHSTRASSE I

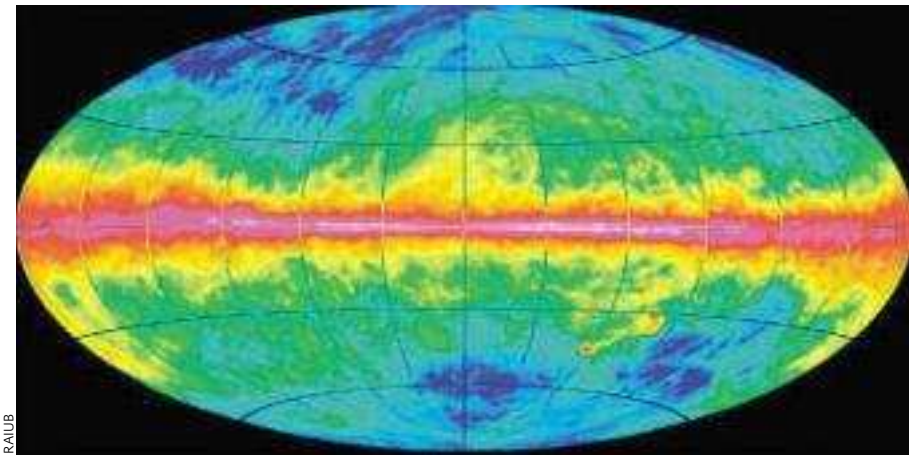
Heiße Korona aus Wasserstoff

Die Milchstraße ist von einem 1,4 Millionen Grad heißen Plasma aus ionisiertem Wasserstoff umgeben – ähnlich wie die Sonne von ihrer Korona. Dies zeigt die erste Karte, auf der die Verteilung des Gases in unserer Galaxis lückenlos erfasst ist.

Obwohl Wasserstoff das häufigste Element im Weltraum ist, ist es schwer, ihn nachzuweisen. Allerdings strahlt er Radiowellen einer Länge von 21 Zentimetern aus. Seit mehr als zehn Jahren richten Astronomen deshalb auf der Nord- und Südhalbkugel entsprechende Parabolantennen in den Himmel.

Wie Peter Kalberla vom Radioastronomischen Institut der Universität Bonn berichtet, zeugen die Signale zudem von der Bewegung des Wasserstoffs. Und zwar, weil sich die Wellenlänge infolge des Doppler-Effekts geringfügig verändert. Indirekt konnten die Forscher so auch die Temperaturen der Gaswolken bestimmen. Denn bei hohen Temperaturen steigt die Intensität von Turbulenzen: Ein Teil der Gase bewegt sich von der Erde weg, ein anderer Teil strömt in unsere Richtung. Je heißer die Wolken, umso größer sind diese Strömungen, die sich ihrerseits aus der Doppler-Verschiebung ableiten lassen.

Heiße Gase legen sich wie ein roter Gürtel um den Äquator unserer Galaxis.



RAIUB

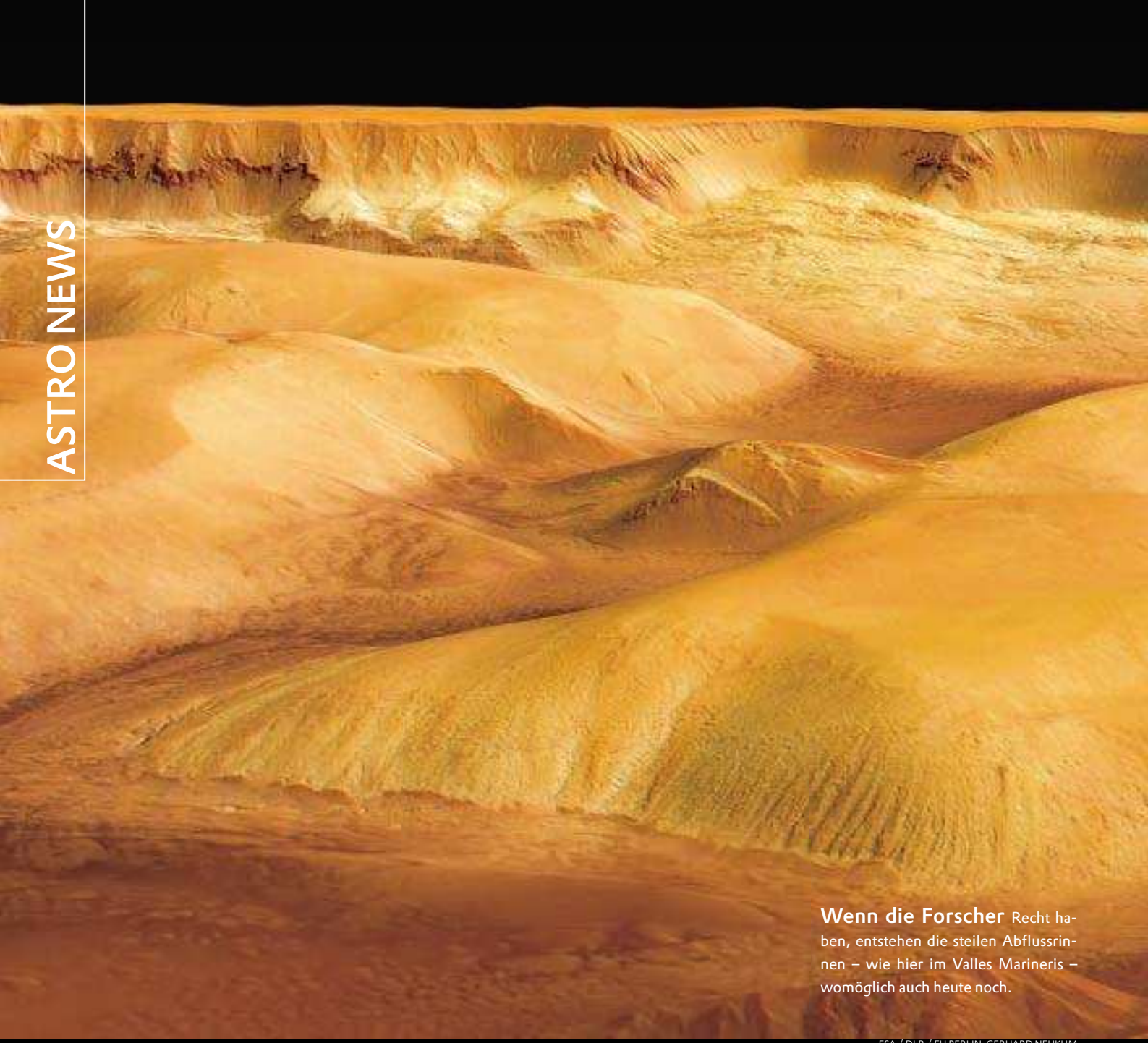
MILCHSTRASSE II

Hundert Milliarden Braune Zwerge

Die Milchstraße besteht aus über hundert Milliarden Sternen – und womöglich genauso vielen Braunen Zwergen. Dies jedenfalls lassen die Daten des Hubble-Weltraumteleskops vermuten. Russel Ryan Jr. und seine Kollegen von der Arizona State University hatten auf den Bildern von insgesamt 15 Bildausschnitten nach Braunen Zwergen gesucht und daraus die Zahl all dieser verhinderten Sterne in unserer Galaxis abgeschätzt. Da die Braunen Zwerge allerdings nur über acht Prozent der Sonnenmasse verfügen, ist ihr Beitrag zur gesamten Masse der Milchstraße gering. Die Forscher schätzen ihren Anteil auf nur 0,1 Prozent.

Braune Zwerge sind das Bindeglied zwischen Planeten und Sternen. Mit einer Masse von weniger als acht Prozent der Sonnemasse reicht die Energie in ihrem Innern nicht, um die Fusion von Wasserstoff zu Helium zu starten.

Wenn die Forscher mit ihrer Schätzung richtig liegen, müssten im Umkreis von zwölf Lichtjahren um die Sonne eine ganze Reihe der nur schwach leuchtenden Objekte verborgen sein. Hier halten sich mehr als zwei Dutzend sonnenähnliche Sterne auf, während bisher nur zwei Braune Zwerge entdeckt wurden.



Wenn die Forscher Recht haben, entstehen die steilen Abflussrinnen – wie hier im Valles Marineris – womöglich auch heute noch.

ESA / DLR / FU BERLIN, GERHARD NEUKUM

MARS

Wie jung sind die Täler auf dem Roten Planeten?

Seit Langem sehen Forscher das Fehlen typischer Spuren lang andauernder Verwitterung als Indiz für das geringe Alter der so genannten Gullies auf dem Mars. Eine Erklärung für das geologisch junge Aussehen dieser Abflussrinnen fehlt jedoch. Schließlich ist flüssiges Wasser auf dem Roten Planeten instabil – jedenfalls unter heutigen Bedingungen.

Jetzt erfährt die These vom jugendlichen Alter durch Jennifer Heldmann vom Ames Research Center der Nasa in Kalifornien und ihren Kollegen neuen Auftrieb. Die Wissenschaftler simulierten die Bedingungen auf dem Mars mit Hilfe des Computers und fanden heraus, dass die Modellgullies ihren natürlichen Pendants dann am ähnlichsten sahen, wenn die derzeitigen Umweltbedingungen eingegeben wurden.

Heldmanns Team geht davon aus, dass im Untergrund gebundenes Wasser durch bisher unbekannte Ereignisse rasch an die Oberfläche gelangt und dort infolge des niedrigen Luftdrucks schlagartig zu kochen beginnt. Dies führe dann zu einem kurzen, aber heftigen Fluss – und zur Bildung der Gullies.

Haben Heldmann und ihre Kollegen Recht, dann weisen die Gullies auf oberflächennahe Grundwasservorkommen, die zum einen künftigen Marsbesuchern nützlich sind, zum anderen aber auch Lebensraum möglicher Marsorganismen sein könnten.

RAUMFAHRT II

Raumfähre Kliper schon bald zur ISS?

NASA / ESA

Wenn alles gut geht, fliegt das wieder verwendbare Raumschiff Kliper schon in fünf Jahren zur Internationalen Raumstation.

Europa hofft, zusammen mit Russland und Japan bis 2010 eine wieder verwendbare Raumfähre zu bauen. Der Kliper (russisch für »Clipper«) soll nicht nur das in die Jahre gekommene Sojus-System ablösen, sondern könnte auch eine Alternative zu dem amerikanischen Spaceshuttle sein.

Kliper kann mit sechs Astronauten bis zu einem Jahr im All bleiben. Nach Ansicht von Alan Thirkettle von der Esa könnte das Raumschiff schon ein Jahr nach den ersten unbemannten Probeflügen zum ersten Mal die Internationale Raumstation ansteuern.

Die Esa will bis zu dreißig Prozent der auf eine Milliarde Dollar geschätzten Kosten übernehmen. Beim Bau von Kliper sollen auch die Erfahrungen mit der Raumfähre Hermes genutzt werden. Dieses Raumschiff der Esa war Ende der 1980er Jahre geplant, die Umsetzung scheiterte aber ein paar Jahre später wegen fehlender Finanzierung.

NEUTRONENSTERNE

Geschwindigkeitsrekord eines Pulsars

Entstanden war der Pulsar B1508+55 vor 2,5 Millionen Jahren, als im Sternbild Schwan ein massereicher Stern in einer Supernova verging. Dabei wurde der Neutronenstern offenbar so heftig aus der Bahn geworfen, dass er jetzt mit einer Rekordgeschwindigkeit von 1100 Kilometer pro Sekunde durch die Milchstraße rast und irgendwann aus der Galaxis hinausschießt.

Die Astronomen um Shami Chatterjee vom Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (CfA) in Cambridge, Massachusetts, wussten schon geraume Zeit, dass Supernovae den Sternresten einen »Kick« versetzen können. Derart hohe Geschwindigkeiten hatte aber niemand erwartet. Die Geschwindigkeitsmessung erfolgte mit Hilfe des Very Long Baseline Array, einem über die ganzen USA verteilten System von zehn Radioteleskopen.

B1508+55 ist ungefähr 7700 Lichtjahre von der Erde entfernt. Seit seiner Entstehung ist er über etwa ein Drittel des nächtlichen Sternhimmels gewandert. Damit ist er 150-mal schneller als ein Spaceshuttle und würde die Strecke von Frankfurt nach New York in nur sechs Sekunden zurücklegen.

DEEP IMPACT

Neues von Tempel-1

Der Komet Tempel-1 ist womöglich dort entstanden, wo heute Uranus und Neptun kreisen. Zu diesem Schluss kommen Astronomen um Michael Mumma vom Goddard Space Flight Center nach der Auswertung des Deep-Impact-Einschlags am 4. Juli dieses Jahres. Wie weit sich ein Komet von der Sonne entfernt bildete, lässt sich aus seiner chemischen Zusammensetzung abschätzen. So weisen Kometen aus den Randregionen des Sonnensystems höhere Ethangehalte auf als solche, die weiter innen entstanden.

Sollten die Forscher mit ihrer Bewertung richtig liegen, hat dies bedeutsame Auswirkungen auf die Entstehungsweise von Uranus und Neptun. Sie würden die These von Alessandro Morbidelli vom Observatoire de la Côte d'Azur stützen. Er geht davon aus, dass beide Riesenplaneten ihren Ursprung näher an der Sonne haben und erst später auf ihre heutigen Bahnen gelangten.

Seiner Ansicht nach gerieten sie infolge gravitativer Wechselwirkungen mit anderen Planeten auf instabile Bahnen und wurden an den Rand des Sonnensystems geschleudert. Dort, wo sie heute

NASA, JPL / CALTECH / U. MARYLAND

Beim Einschlag von Deep Impact auf Tempel-1 wurde eine riesige Gaswolke freigesetzt.

kreisen, habe sich einst eine große Scheibe aus Kometen befunden. Diese sei zerrissen worden. Die meisten Kometen seien dabei in den Kuiper-Gürtel und die weiter außen liegende Oortsche Wolke geschleudert worden. Tatsächlich hat Tempel-1 ähnliche Ethangehalte wie andere Kometen aus dem Kuiper-Gürtel.

GAMMASTRAHLENAUSBRUCH II

Fernste Sternexplosion

Noch nie zuvor haben Wissenschaftler eine derart weit entfernte Supernova beobachtet: Der Gammastrahlenausbruch mit der Bezeichnung GRB 050904 zeugte vom Ende eines massereichen Sterns in 13 Milliarden Lichtjahren Entfernung und stammt somit aus einer Zeit, als das Universum nur fünfhundert Millionen bis eine Milliarde Jahre alt war. Damals hatten sich gerade die ersten Sterne und Galaxien gebildet.

Die Beobachtung gelang einem Team um Neil Gehrels vom Goddard Space Flight Center (GFSC), dessen Nasa-Satellit Swift die Strahlung empfangen hatte. Innerhalb von wenigen Minuten waren weltweit Sternwarten auf das Ziel gerichtet.

GRB 50904 übertrifft den bisherigen Rekord für die am weitesten entfernte Sternexplosion um etwa funfhundert Millionen Lichtjahre – und gehört damit zu den fernsten sichtbaren Objekten überhaupt. In noch größerer Entfernung sind bislang nur besonders massereiche und extrem helle Galaxien, die Quasare, auszumachen.

Aus den Daten schätzen die Forscher, dass während der Supernova ungefähr dreihundertmal so viel Energie freigesetzt wurde, wie die Sonne innerhalb ihres ganzen Lebens von rund zehn Milliarden Jahren abstrahlt.

Das europäische Radioteleskop soll in der Dunkelheit eines der Mondpole seine Arbeit aufnehmen.

EADS SPACE TRANSPORTATION

RADIOASTRONOMIE

Europäer auf den Mond?

Wenn es nach Vertretern der europäischen Raumfahrtindustrie geht, soll es schon in zehn Jahren eine unbemannte Forschungsstation auf dem Mond geben. Bezahlt werden soll sie von der Europäischen Raumfahrtagentur Esa. Geschätzte Kosten: eine Milliarde Euro.

Der Konzern EADS Space Transportation entwickelt zusammen mit niederländischen Wissenschaftlern ein Radioteleskop, das mit einer Ariane-5-Rakete zum Mond fliegen soll. Auf der Schattenseite in der Nähe von einem der Pole – hier ist das Teleskop von der Sonnenstrahlung abgeschirmt – wird ein Lander (Bild) dann mit Hilfe von Sprengladungen hundert jeweils zwei Meter lange Antennen ausstoßen. Sie sollen eine Fläche mit einem Durchmesser von dreihundert Metern abdecken.

Die Astronomen wollen mit den Radiosignalen das frühe, dunkle Universum erforschen. In der Zukunft könnte das Teleskop auch als Basis für eine bemannte Station dienen. Die Esa wird den Vorschlag Anfang Dezember bei einem Treffen der zuständigen Minister beraten.

ASTEROIDEN II

Hayabusa erreicht ihr Ziel

Die japanische Sonde Hayabusa (japanisch: Falke) hat den Asteroiden Itokawa erreicht und den knapp sechshundert Meter langen Brocken aus nur zwanzig Kilometer Entfernung fotografiert. Mit den Aufnahmen wollen die Forscher die Stelle ausfindig machen, auf der Hayabusa im Dezember landen und Proben nehmen soll.

JAXA, ISAS

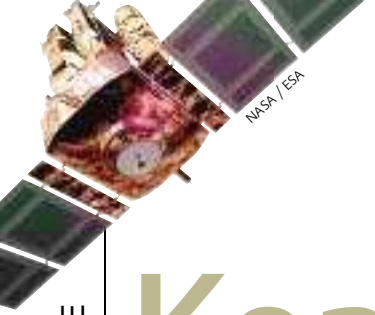
In zwölf Stunden dreht sich Itokawa einmal um die eigene Achse.

Damit die Sonde mit ihren Raketentriebwerken nicht die Asteroidenoberfläche verunreinigt, wird sie im freien Fall aufsetzen. Eine zuvor abgeworfene Kugel mit Spiegeln soll bei der Landung helfen, die Höhe abzuschätzen. Nachdem Hayabusa etwa einen Teelöffel voll Asteroidenmaterial eingesammelt hat, soll die Sonde zur Erde zurückkehren und im Sommer 2007 in der Wüste Australiens niedergehen.

Mitarbeiter dieser Rubrik:

Frank Schubert

Aktuelle Meldungen aus Astronomie und Raumfahrt finden Sie auch unter: www.wissenschaft-online.de/astronomie



Kometen im Sonnenlicht

Auf den Bildern der Raumsonde Soho entdeckten Amateurastronomen Hunderte sonnennaher Kometen.

>> Tony Hoffman und Brian Marsden

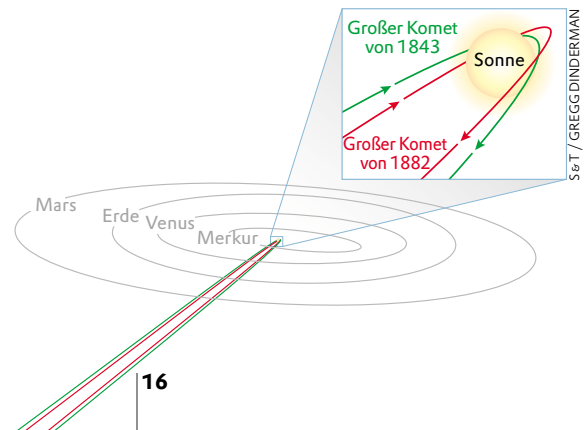
Seit einigen hundert Jahren wissen Astronomen, dass es Kometen gibt, die der Sonne besonders nahe kommen. Den Forschern jener Zeiten boten sie einen durchaus irritierenden Anblick, denn diese Kometen waren sehr hell, hatten lange, schmale Schweife und waren mitunter sogar am hellichten Tag zu sehen. Im späten 19. Jahrhundert hatte auch der deutsche Astronom Heinrich Kreutz diese Schweifsterne beobachtet und herausgefunden, dass sich mindestens vier von ihnen auf Bahnen bewegen, die sie bis auf 700 000 Kilometer an den Rand unseres Zentralgestirns heranführen. Dies entspricht nur einem Sonnenradius.

Er glaubte, dass diese »Sonnenstreifer«, die nach ihm benannten Kreutz-Kometen, einst zu einem einzelnen, großen Körper gehörten, der vor langer Zeit in der Nähe der Sonne zerbrach. Anlass zu dieser Vermutung gaben Beobachtungen des Großen Kometen (C/1882 R1), der in der Nähe unseres Zentralgestirns eine Helligkeit von –15. Größe erreichte und einen drei Grad langen Schweif aufwies. Und der im Jahr 1882 – ebenfalls beim Vorbeiflug an unserer Sonne – in mehrere Teile zerbrochen war. Kreutz fragte sich alsbald, ob jener Komet von 1882 womöglich identisch sei mit einem anderen, der bereits im Jahr 1106 gesichtet worden war – gleichfalls am hellichten Tag.

Mitte des letzten Jahrhunderts fanden Astronomen vier weitere Kreutz-Kometen, darunter den spektakulären Ikeya-Seki (C/1965 S1) von 1965. Wenig später erkannten Ichiro Hasegawa, Lobor Kresák und einer von uns (Brian Marsden), dass es zwei unterschiedliche Arten von Kreutz-Kometen gibt. Während die Bahneigenschaften beider Gruppen ähnlich sind, unterscheiden sie sich hinsichtlich der Punkte, an denen sie die Erdbahnebene durchstoßen.

Kometen mit Vorgeschichte

Die Kreutz-Kometen der Untergruppe I nähern sich der Sonne im Perihel – dem sonnennächsten Bahnpunkt – bis auf einen halben Sonnenradius. Der bekannteste von ihnen ist der Große Komet von 1843 (C/1843 D1). Jene der Untergruppe II haben geringfügig größere Perihelditanzen, obwohl auch sie der Sonne immer noch sehr nahe kommen. Im Jahr 1967 fand Marsden heraus, dass die zwei bekanntesten Kometen der Untergruppe II, Ikeya-Seki und der Große Komet von 1882, früher zu einem einzelnen Körper gehörten, der im 12. Jahrhundert auseinander brach. Es könnte sich dabei also >



Die Großen Kometen von 1843 und 1882 gehörten einst möglicherweise zu einem Himmelskörper, der vor 2000 Jahren zerbrach.

Viele Kometen vergehen endgültig in der Hitze der Sonne. Hunderte davon fanden sich auf Bildern des Sonnenobservatoriums Soho (links oben).

S & T, CASEY B. REED

M. EIFFLER

SAAO

A. LILGE

Der Große Komet von 1843 über Paris auf einem zeitgenössischen Stich (links). Das mittlere Foto zeigt einen weiteren Großen Kometen Ende 1882 über Südafrika. Der spektakulärste Sonnenstreifer war Ikeya-Seki im Herbst 1965 (rechts).

> ebenfalls um Fragmente des Schweifsterns von 1106 handeln. Nachdem Sdenek Sekanina und Paul Chodas vom Jet Propulsion Laboratory der Nasa die Orbits der beiden genannten Kometen kürzlich noch einmal genauer untersucht hatten, kamen sie zu dem Schluss, dass das ursprüngliche Objekt etwa 18 Tage nach seinem Periheldurchgang zerbrochen sein musste.

Perfekt für die Kometenjagd

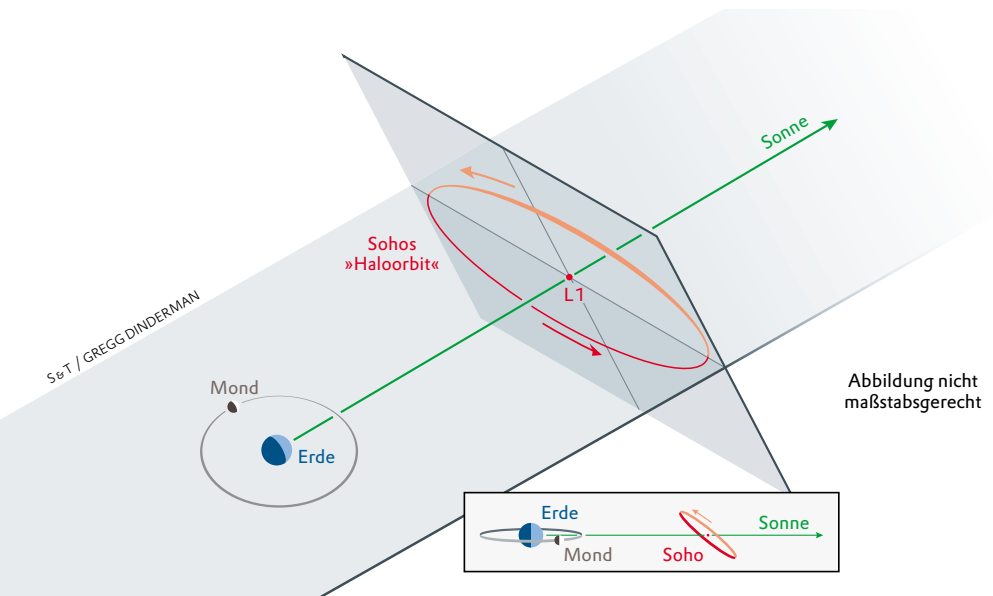
Darüber hinaus, so fügten die Forscher hinzu, entstammt die gesamte Familie der Kreutz-Kometen einem einzigen Vorläufer: einem Himmelskörper mit einem Durchmesser von etwa 120 Kilometern, der mindestens einen Sonnenumlauf vor dem Ereignis von 1106 zersplittert sein musste. Mehrfach wurde bereits spekuliert, dass dieser Brocken womöglich mit einem hellen Kometen identisch sei, den der griechische Philosoph Ephorus im Jahre 372 v. Chr. beschrieben hatte – zumal Ephorus behauptete, er habe gesehen, wie dieser zerbrach. Weitere Augenzeugenberichte gibt es allerdings nicht.

Als Schlüssel zum Verständnis der Kreutz-Kometen entpuppte sich schließlich das Solar and Heliospheric Observatory (Soho). Beim Start der Raumsonde im Jahr 1995 ahnte niemand, wie wertvoll sie für die Kometenforschung sein würde. Soho, ein Gemeinschaftsprojekt von Nasa und Esa, dient mit seinen zahlreichen Instrumenten der Erforschung des Zentralgestirns und befindet sich in einem Haloorbit, 1,5 Millionen Kilometer von der Erde in Richtung Sonne entfernt, in der Nähe des Lagrangepunkts L1. Hier, wo die Schwerkräfte von Sonne und Erde einander aufheben, hat Soho die solare Umgebung permanent im Blick (siehe Bild unten).

Während Forscher zwischen 1979 und 1989 bei den Missionen Solwind und Solar-Maximum-Mission bereits 16 Kometen entdeckten, übertraf Soho alle Erwartungen. Im Mai 2005 verzeichnete das Soho-Team mehr als 900 Kometen, von denen über 85 Prozent zur Kreutz-Familie gehören. Fast alle Kometen wurden mit dem Large Angle Spectometric Coronograph (Lasco) gefunden, und zwar entweder mit Hilfe der Nahfeld(C2)- oder der Weitwinkel(C3)-Kamera. Koronografen verfügen über lichtundurchlässige Scheiben und erzeugen so künstliche Sonnenfinsternisse. Nur so kann die Korona untersucht, nur so können sonnennahe Objekte registriert werden. Die ersten Soho-Funde waren eher zufällig. Erst als der australische Amateur Terry Lovejoy im August 1999 auf den Soho-Bildern einen Kometen entdeckte, wies Douglas Biesecker vom Soho-Team auf den Forschungswert der Bilder hin und motivierte Kollegen, ihre eigenen Soho-Kometen zu suchen. Darunter auch Michael Oates, Unternehmer im britischen Manchester und begeisterter Hobbyastronom.

Kaum größer als fünf Meter

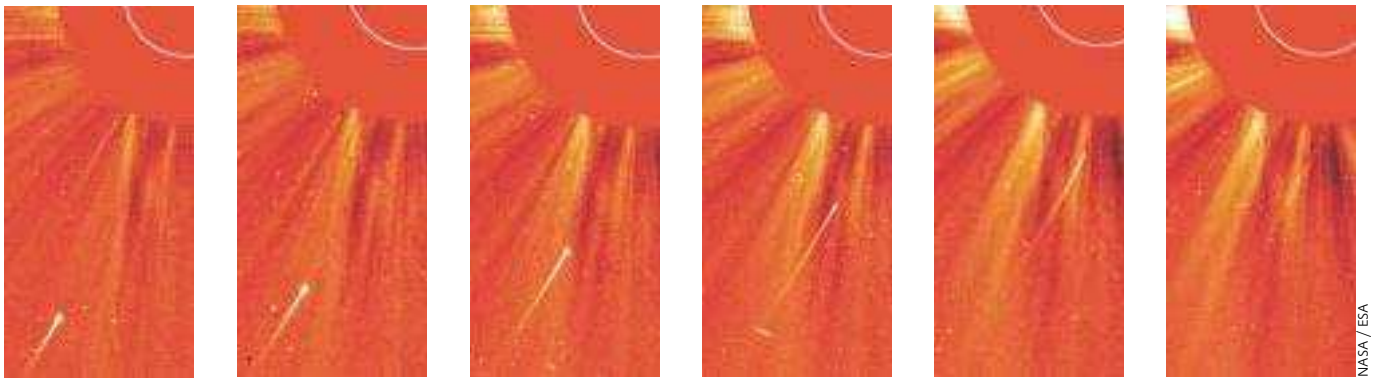
Oates fand auf den Bildern von Soho mehr Kometen, als in der ganzen Zeit zuvor entdeckt worden waren – woraufhin er sich auch die Archive vornahm. Der Erfolg war überwältigend. Innerhalb von zehn Monaten fand er nicht weniger als hundert neue Schweifsterne. Besonders wichtig war seine Erkenntnis, dass Kreutz-Kometen saisonal auftreten: Wegen der Anordnung des Kreutz-Kometenstroms im Erde-Sonne-System kommt es zweimal im Jahr – von April bis Juni beziehungsweise von Oktober bis Dezember – zu wahren Kometenstürmen, in deren Hauptzeit die C2-Kamera alle zwei Tage einen neuen Kometen registriert. Die Schweifsterne erscheinen wäh-



S&T / GREGG DINDERMAN

Abbildung nicht maßstabsgerecht

Soho kreist so schnell wie die Erde um die Sonne und hat sie von seiner Position in 1,5 Millionen Kilometer Entfernung immer im Blick.



NASA / ESA

Hin und weg Der Komet C/1998 H2 (Soho 48) wurde am 30. April 1998 entdeckt. Die Bilder zeigen von links nach rechts die letzten fünf Stunden des Schweifsterns. Am Ende ist er in der Sonne verdampft.

rend dieser Phasen im Gesichtsfeld der C2-Kamera besonders hell, wogegen sie im restlichen Jahr (wenn sie sich nahezu senkrecht zur Erde-Sonne-Linie bewegen) meist verdampfen, bevor sie von den Soho-Instrumenten wahrgenommen werden. Angenommen, die Kometenhäufigkeit während der »Stürme« entspräche etwa der mittleren Kometenhäufigkeit des Kreutz-Stroms, und angenommen, die mittlere Umlaufdauer von Kreutz-Kometen läge etwa bei 800 Jahren, dann kann man davon ausgehen, dass etwa 200 000 Kreutz-Kometen um die Sonne kreisen.

Dabei ist die Bezeichung »Komet« freilich häufig gar nicht zutreffend. Denn viele der Brocken sind kaum größer als fünf Meter. Douglas Biesecker siedelt diese Objekte zwischen kleinen Kometen und den Meteoroiden an, die in der Erdatmosphäre für Sternschnuppen sorgen. Sogar die größten von ihnen mit einem Durchmesser von vielleicht fünfzig bis hundert Metern überstehen die Perihelpassage zur Sonne nicht. Interessant in diesem Zusammenhang ist eine Beobachtung vom Mai 2003, als der Schweif eines besonders hellen Kometen noch Bestand hatte, obwohl der Komet selbst gar nicht mehr existierte.

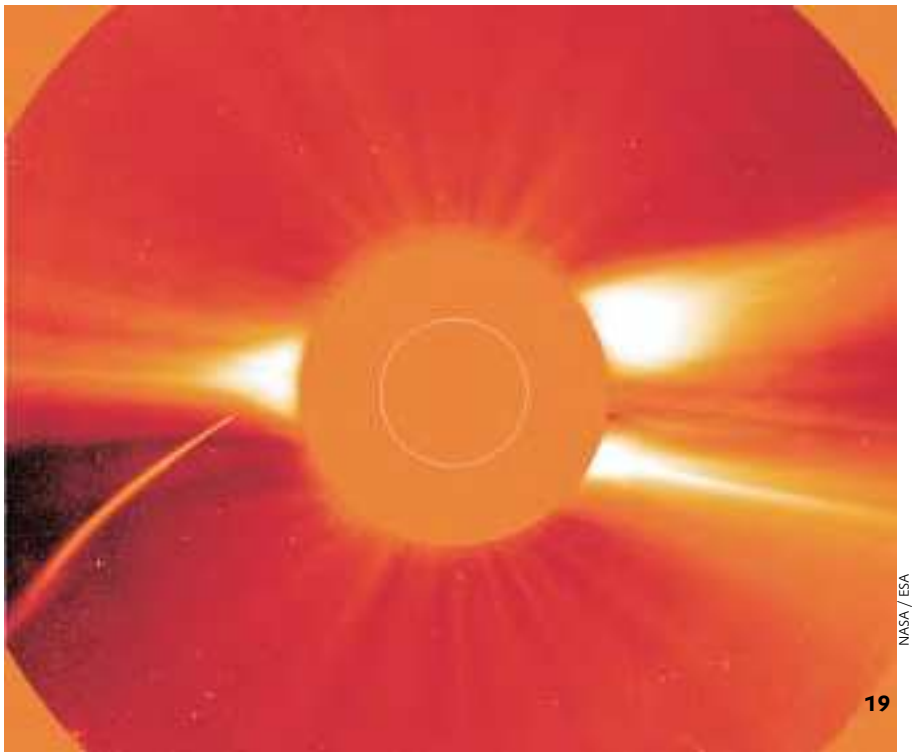
Der Astronom Sekanina schätzt, dass nur Objekte mit mehr als einem Kilometer Durchmesser die Reise durch das Sonnenperihel überstehen können. Zudem fand er heraus, dass die Helligkeit kleinerer Fragmente in Sonnennähe von deren Masse abhängt; die Masse aller kleinen Kreutz-Bruchstücke zusammengenommen ist wesentlich kleiner als die Masse des größten bekannten Kreutz-Kometenkerns, der einen Durchmesser von einigen dutzend Kilometern hat. Die Messung der Helligkeitsverläufe ergab, dass die von der C3-Kamera registrierten Kreutz-Kometen am hellsten erscheinen, wenn sie etwa zwölf Sonnenradien von dem Gestirn entfernt sind.

Hiroshi Kimura von Universität Münster und seine Kollegen wiesen darauf hin, dass dies die Distanz ist, in der das Mineral Olivin verdampft. Die weitere Helligkeitsabnahme der Kometen innerhalb von sieben Sonnenradien um unser Zentralgestirn lässt sich also womöglich auf die Verdampfung eines anderen Silikats, des Pyroxens, zurückführen.

Fortlaufender Zerfall

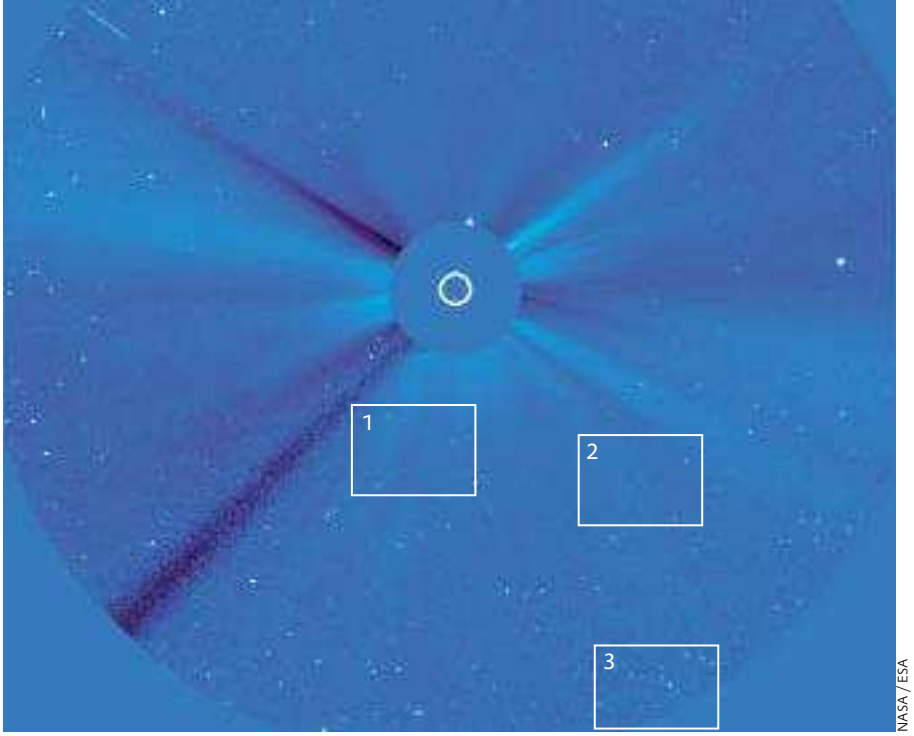
Die Kometenschweife bestehen wahrscheinlich aus winzigen Körnern dieser kristallinen Silikate. Biesecker fand heraus, dass sich die relative Helligkeit der Kreutz-Kometen, wie sie von der C2-Kamera registriert wurde, auf Natriumemissionen zurückführen lässt. Er beschreibt die Helligkeitsverläufe von Kometen, die weniger als sieben Sonnenradien von der Fotosphäre entfernt sind, als chaotisch. Sekanina führt dies auf die Existenz großer Fragmente zurück, die nur langsam und ungleichmäßig erodieren.

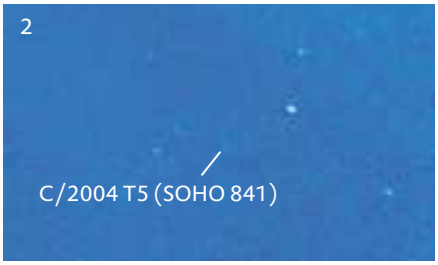
Die Soho-Bilder zeigen zudem, dass die Kreutz-Kometen häufig aus zwei, drei und mindestens einmal auch aus vier Teilen bestehen. Die einzelnen Brocken erscheinen innerhalb von Stunden und bewegen sich auf geringfügig unterschiedlichen Bahnen. Sekanina schloss daraus, dass solche Mehrfachkometen oftmals weit von der Sonne entfernt ent- >

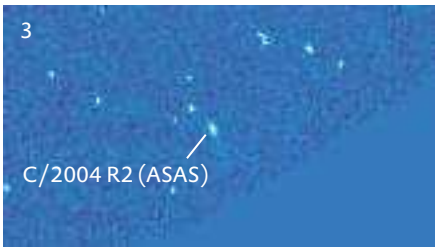


NASA / ESA

Soho war schon im All, als Amateure merkten, dass sich mit der Sonde auch Kometen entdecken ließen. C/1996 Y1 war einer der ersten.







NASA / ESA

Die C3-Kamera an Bord der Soho-Sonde hat ein besonders weites Sichtfeld. Das Bild vom 10. Oktober 2004 zeigt drei Kometen, darunter auch den von Rainer Kracht entdeckten Kreutz-Kometen C/2004 T5.

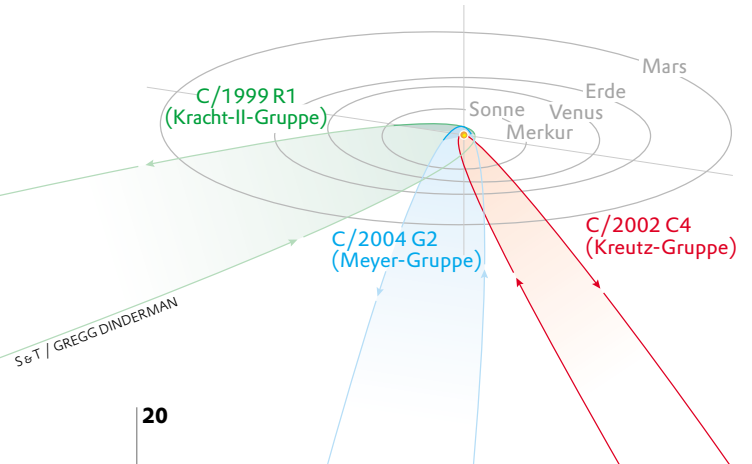
> stehen – vielleicht sogar nahe dem Aphel, also dem sonnenfernsten Bahnpunkt. Seiner Ansicht nach entstehen die Kreutz-Kometen durch den fortlaufenden Zerfall eines Kometen auf seiner Bahn um die Sonne.

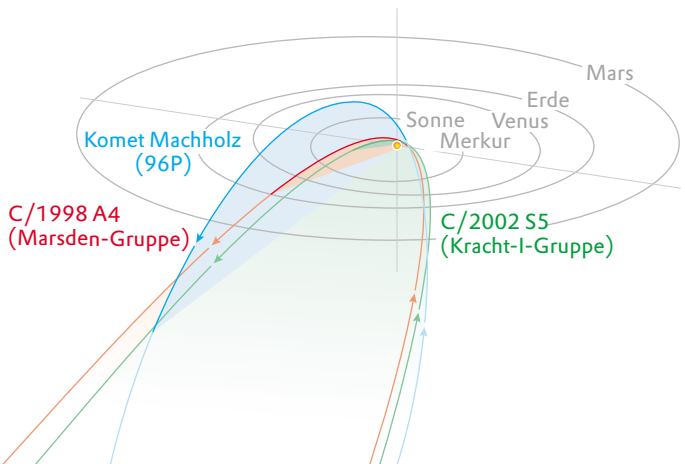
Nur ein einziger Komet auf den Lasco-Bildern konnte auch von der Erde aus beobachtet werden. Im Mai 1998 zeigten die C3-Bilder einen hellen, sporadischen – keiner Gruppe zugehörigen – Kometen mit einem Schweif. Innerhalb weniger Wochen präsentierte sich C/1998 J1 (Soho 49) den Beobachtern auf der Südhalbkugel gut sichtbar mit 4. Größe. Allerdings war er zunächst schwer zu lokalisieren. Die astrometrischen Möglichkeiten von Soho waren damals noch beschränkt, sodass die Astronomen die Kometenkoordinaten aus dem Positionswinkel und der Distanz zur Sonne ableiten mussten. Zudem verlief die Bahn von C/1998 J1 am Rand des Gesichtsfelds der C3-Kamera: dort, wo die Bildfehler am größten sind. Vor der Soho-Mission war die Kreutz-Gruppe die einzige bekannte Kometengruppe. Seither wurden drei neue Gruppen sonnennaher Kometen identifiziert. Anfang 2002 entdeckte der Amateurastronom Maik Meyer aus Kelkheim, dass ein neu entdeckter Nicht-Kreutz-Komet den gleichen Orbit hat wie ein vier Jahre zuvor gesichteter. Meyer, der bereits 37 Soho-Kometen entdeckte (www.comethunter.de), berechnete die Orbits dieser noch nicht klassifizierten Soho-Kometen neu und fand vier weitere.

Neue Kometenfamilien

Heute gehören mehr als fünfzig Objekte zu der neu geschaffenen Meyer-Gruppe. Sie haben stark geneigte Bahnen, benötigen für einen Sonnenumlauf vermutlich mehrere hundert oder tausend Jahre und nähern sich der Sonne bis auf 4,5 Millionen Kilometer. Marsden widmete seine Aufmerksamkeit hingegen einem verwandten Kometenpaar, dessen Mitglieder das Perihel mit einem zeitlichen Unterschied von viereinhalb Monaten erreichten. Er untersuchte wiederholt die Orbits von anderen sporadischen Soho-Kometen und entdeckte eine zweite Gruppe. Kurz darauf fand der Lehrer Rainer Kracht aus Elmshorn, Entdecker von über 150 Kometen, eine dritte Gruppe. Die Kracht- und die Marsden-Gruppe sind verwandt, da sie ähnliche Perihelrichtungen und -distanzen haben, um die 6,5 Millionen Kilometer; jede von ihnen umfasst um die zwanzig bekannte Mitglieder.

Die Kometen der neuen Gruppen sind weit gehend inaktiv, nahezu alle von ihnen erscheinen sternartig, schwach und ohne Schweif. Im Gegensatz zu den Kreutz-Kometen überleben sie die Perihelpassage oft. Allerdings scheinen sie wie diese zum Auseinanderbrechen zu neigen. Marsden- und Kracht-Kometen erscheinen oft paarweise oder in Haufen. Die Schweifsterne der Marsden-





S&T / GREGG DINDERMAN

Gruppe kommen der Erdbahn sehr nahe. Im Juni 1999 etwa näherte sich der Komet C/1999 J6 (Soho 109) unserem Planeten bis auf viereinhalb Millionen Kilometer – das war einen Monat nach seiner Perihelposition.

C/1999 J6 ist noch in anderer Hinsicht interessant: Marsden fand heraus, dass der Komet wahrscheinlich identisch ist mit C/2004 V9 (Soho 859), der im November des letzten Jahres gefunden wurde. Dies aber würde bedeuten: Dieser Schweifstern benötigt nur fünfeinhalb Jahre für einen Sonnenumlauf, was ihn am 12. Juni 1999 bis auf die 3,5-fache Entfernung Erde-Mond herangebracht hätte – möglicherweise der engste bekannte Kometenkontakt der Erde überhaupt.

Brian Marsden zeigte überdies, dass C/2005 E4 (Soho 915) in Wirklichkeit die Rückkehr von C/1999 N5 (Soho 408) darstellte – entsprechend einer Sonnenumlaufszeit von 5,66 Jahren –, und nimmt an, dass C/2005 E4, C/1999 J6 und C/2004 V9 im Jahr 1993 von einem gemeinsamen Vorläuferobjekt abgebrochen sind. Außerdem haben er und Paul Chodas bei einigen Kracht-Kometen Hinweise darauf entdeckt, dass die gesamte Gruppe in fünf Jahren einmal um die Sonne läuft. Dies hatten früher bereits andere Forscher vermutet.

Das lange Leben von Soho

Der australische Kometenjäger David Sergeant machte auf Ähnlichkeiten zwischen der Marsden-Gruppe und den Tages-Arietiden aufmerksam, einem Meteorstrom, der am 8. Juni sein Maximum erreicht. Katsuhito Ohtsuka, ein japanischer Meteorbeobachter, und sein Team haben weitere Übereinstimmungen zwischen der Marsden- und Kracht-Gruppe, dem Kometen 96P/Machholz – dessen Periode 5,2 Jahre beträgt – und den Tages-Arietiden gefunden (siehe Bild links unten). Sie schlagen vor, dass beide Gruppen Bruchstücke des Kometen Machholz darstellen, die sich von diesem vor 4000 Jahren gelöst haben. Damals hatte die Periheldistanz des Kometen, dessen Orbit sich mit einer Periode von 8000 Jahren zyklisch verändert, fast ihr Minimum erreicht. Machholz ist möglicherweise auch für die Quadrantid- und Delta-Aquarid-Meteorströme verantwortlich. Vielleicht werden künftig noch weitere Kometengruppen entdeckt. Zurzeit sind mindestens ein verwandtes Triplet und ein anderes verwandtes Soho-Kometenpaar bekannt.

Die Soho-Mission, die ursprünglich auf zwei Jahre angelegt war, befindet sich mittlerweile in ihrem neunten Jahr. Sie überstand Engpässe bei der Energieversorgung, defekte Gyroskope und Antennenprobleme. Derzeit ist eine Verlängerung der Mission bis 2007 zugesagt. Zu dieser Zeit soll sich das geplante Solar Terrestrial Relations Observatory »Stereo« bereits im Weltraum befinden und die Einflüsse der Sonne auf die Erde erkunden. Das Solar Dynamics Observatory wird dann kurz vor dem Start stehen.

Im Jahr 2002 führten Entlassungen beim Soho-Projekt dazu, dass die Daten nicht mehr zügig bearbeitet werden konnten. Im folgenden Jahr verließ Derek Hammer das Team, der Einzige dort, der neu gemeldete Kometenfunde kompetent bearbeiten konnte und die Astrometrie beherrschte. Viele Kometenjäger befürchteten daraufhin, dass ihre Entdeckungen niemals bestätigt würden, und stellten ihre Suche nach den Schweifsternen ein.

Zum Glück erwiesen sich die Befürchtungen von einem baldigen Ende des Projekts als verfrüht. Ende 2003 stellte das Naval Research Laboratory (NRL) Karl Battams ein, einen der Entwickler des Lasco-Koronografen. Battams sollte, neben anderen Aufgaben, Soho-Kometen vermessen und Neuentdeckungen bestätigen. Catherine McGleam von der University of Maryland arbeitete mit ihm zusammen, wenn es um Astrometrie-Fragen ging. Innerhalb weniger Monate waren die Versäumnisse bei der Datenbearbeitung aufgeholt und es gab wieder zahlreiche Neuentdeckungen.

Der große Erfolg der Soho-Mission ist nicht zuletzt Amateurastronomen wie Lovejoy, Oates, Meyer und Kracht zu verdanken. Soho half den Wissenschaftlern nicht nur die Entwicklung und Dynamik des Kreutz-Systems zu verstehen, sondern auch die allgemeine Entwicklung von Kometen sowie ihr Verhalten unter extremen Bedingungen. Die erstaunliche Zahl von Entdeckungen im Zuge des Soho-Projekts wird auch künftig weiterwachsen. Der aktuelle Stand der Dinge findet sich unter ares.nrl.navy.mil/sungrazer. Wer sich selbst an der Suche beteiligen will, findet auf der Homepage der Soho-Mission – nahezu in Echtzeit – die Bilder des Lasco-Koronografen: sohowww.nascom.nasa.gov/data/realtime-images.html. <<

In den Archiven der Soho-Daten fanden sich neue Kometenfamilien. Die meisten Orbits sind aber nur schwer zu bestimmen, schließlich waren die Instrumente der Sonde nie für die Kometenjagd gedacht.

Die 1000er-Marke erreicht

Am 5. August 2005 war es so weit: Die Zahl der Soho-Kometen erreichte die 1000er-Grenze. Tony Scarmato, ein italienischer Lehrer, stieß bei der Untersuchung eines Soho-Bilds auf gleich zwei neue Kometen. Es handelte sich um den 999. und 1000. Schweifstern, die mit Hilfe des Sonnenobservatoriums entdeckt wurden. Beide gehören zur Gruppe der Kreutz-Kometen.

Scarmato, der an der Universität von Bologna Astrophysik studierte, war von seinem Fund begeistert: »Ich bin sehr glücklich, diese besondere Erfahrung machen zu dürfen … Ich möchte den 1000. Soho-Kometen meiner Frau Rosy und meinem Sohn Kevin widmen.«

Etwa drei Viertel aller bisherigen Kometenfunde mit Hilfe des Weltraumobservatoriums gehen auf das Konto von Amateuren. Das Soho-Missionsteam hatte im Vorfeld einen Internet-Wettbewerb ausgeschrieben, dessen Teilnehmer eine Vermutung abgeben konnten, wann der 1000. Komet entdeckt würde. Gewinner wurde Andrew Dolgopolov aus Dublin, der den Perihel-Zeitpunkt des Kometen auf 22 Minuten genau vorhergesagt hatte.

Tony Hoffman entdeckte seinen ersten Soho-Kometen im Februar 2002. Es folgten 48 weitere, die allesamt auf seiner Webseite home.earthlink.net/~tonyhoffman beschrieben sind. **Brian Marsden** ist Direktor des International Astronomical Union's Minor Planet Center in Cambridge, Massachusetts und berechnete die Bahnen fast aller Soho-Kometen. Die Autoren danken Sdenek Sekanina für die Mitarbeit an diesem Artikel.

TITEL

Per Express zum Treibhausplaneten

Nach Mars ist nun Venus an der Reihe. Die Esa will herausfinden, welche Kräfte das stürmische Wolkenmeer unserer planetaren Nachbarin antreiben. Sind Vulkane dort immer noch aktiv?

>> Thorsten Dambeck

Baikonur, Ende Oktober 2005: Count-down für Europas erste Venussonde. Nach Mars Express will die Esa nun Venus Express ins All schießen. April 2006: Er erreicht die Venus und schwenkt in die Umlaufbahn ein. Geht alles nach Plan, wird Vex, so das offizielle Kürzel für das rund 1,2 Tonnen schwere Raumschiff, mindestens 500 Erdtage seine Sensoren auf unsere Nachbarin richten. Eine Landung auf der bizarren Oberfläche kann nicht schief gehen. Denn anders als bei Mars Express gehört diesmal kein Lander zum Lieferumfang – Vex ist ein reiner Orbiter.

Im Juni 2004 hatten Millionen Menschen auf der ganzen Welt Venus als dunkles Fleckchen vor der Sonnenscheibe bestaunt. Um den Transit gab es zwar einen richtigen Medienrummel, doch was damals meist unerwähnt blieb: Der Planet ist seit langer Zeit Ziel der Forscher. Jahrhundertelang hatte eine dicke Wolkendecke den direkten Blick auf seine Oberfläche verwehrt und fantasievolle Vorstellungen über die dortigen Verhältnisse beflügelt. Verbargen sich darunter Wüsten? Oder gar Regenwälder? Die Spekulationen von Wissenschaftlern wie von Sciencefictionautoren schossen ins Kraut.

Blei würde schmelzen

Im Jahr 1962 gelang den Amerikanern die erste Venusmission. Mariner 2 begnügte sich noch mit einem Vorbeiflug, während fünf Jahre darauf die russische Venera 4 in die heiße Gashülle vordrang, in der schweflige Säurewolken treiben: Rund 500 Grad Celsius lasen die sowjetischen Forscher aus ihren Daten – die These vom wilden Venusdschungel war vom Tisch. Mit Venera 7 gelang den Wissenschaftlern dann 1970 die erste weiche Landung auf der glutheißen Oberfläche.

Vor allem in Größe und Masse ähnelt Venus der Erde, und eine dichte Atmosphäre ist ebenfalls vorhanden. Doch wie schon in der Gashülle, so stießen die Sonden auch am Boden auf eine höllische Umwelt: Der Atmosphärendruck beträgt dort über 90 Bar; das entspricht hier auf der Erde einer Wassertiefe von 900 Metern. Kaum ein U-Boot kann das aushalten. Darüber hi- >

Der dichte Schleier verwehrt jeden Blick auf die Oberfläche unseres Nachbarplaneten. Venus Express soll die Atmosphäre unter anderem mit Hilfe von Radiowellen durchdringen.

ESA

NASA, GSFC, NSSDC

Der russische Lander Venera 14 überdauerte im März 1982 eine Stunde in der Gluthitze. Er war auf basaltähnlichem Gestein gelandet.

> naus zeigte das Thermometer auf der Venus eine Gluthitze von 465 Grad Celsius – heiß genug, um Blei zu schmelzen. Kein Wunder also, dass Sonden, die sich bis in die Venusatmosphäre vorwagten, es dort nicht lange aushielten. Immerhin konnte Venera 13 im Jahr 1982 ganze 127 Minuten lang Bilder schießen und chemische Analysen aus der ausgedörrten Steinwüste der Landestelle heimwärts funken.

Warum nun also noch eine Esa-Mission zur Venus? Die bislang letzte Orbiter-Mission der Nasa, Magellan (1990–1994), liegt zwölf Jahre zurück, wenn die europäische Sonde Anfang Juni 2006 ihre wissenschaftliche Arbeit aufnimmt. Magellans Vorgängermissionen fanden sogar ein weiteres Jahrzehnt früher statt, in den 1980er Jahren. »Die Instrumententechnik hat seitdem deutliche Fortschritte gemacht«, stellt Manfred Warhaut vom Esoc-Kontrollzentrum in Darmstadt fest. Warhaut ist Physiker und leitet die Mission. Mit den wissenschaftlichen Instrumenten – es sind sieben an der Zahl – hofft die Esa auf deutlich bessere Daten, denn auch nach über vierzig Jahren Venusforschung mit Raumsonden sind grundlegende Fragen immer noch ungeklärt: Warum sind Venus und Erde in wesentlichen Punkten so unterschiedlich? Starteten sie einst vielleicht als ähnliches Planetenpaar? Was treibt die stürmische Venusatmosphäre an? Verbergen sich unter den Wolken noch aktive Vulkane?

Treibhaus Venus

Doch zunächst muss der Start gelingen. Dazu soll eine Sojus-Fregatt-Rakete innerhalb des Startfensters zwischen dem 26. Oktober und dem 24. November in den kasachischen Himmel aufsteigen. Schon nach einigen Tagen steht die erste Bahnkorrektur an. »Erst dann werden wir wirklich auf einem Kurs zur Venus sein«, erklärt Warhaut gegenüber ASTRONOMIE HEUTE.

Gelingen die vielfach am Esoc-Zentrum eingeübten Prozeduren und ist Vex auf einem sauberen Kurs, warten bis zum kommenden Frühjahr ein paar ruhige Monate auf die Kontrollmannschaft. Mit dem Einschuss in den Venusorbit wird es wieder hektisch, so Warhaut. »Man darf seinen Gegner nie unterschätzen.«

Die Namensähnlichkeit mit der europäischen Marsmission ist kein Zufall, Venus Express ist eine enge Verwandte bereits geflogener Esa-Sonden. Nur wenige Komponenten, darunter die deutsche Weitwinkelkamera, sind echte Neuentwicklungen. Ein baugleicher Bus, also die wabenförmige Grundstruktur des Raumschiffs mit den wissenschaftlichen Instrumenten und den Sonnenflügeln, flog bereits mit Mars Express (Mex) zum Roten Planeten.

Die Experimente sind größtenteils Erbstücke aus der Entwicklung der Rosetta- und der Mex-Missionen. Mit der Mehrfachnutzung kostspieliger Instrumente und dem Einsatz übrig gebliebener Gerätschaften gelang es nach der Rosetta-Kometen-Mission (Kosten: rund eine Milliarde Euro), Mars Express für nur rund 300 Millionen Euro auf die Beine zu stellen. Venus Express wird vermutlich sogar nur 220 Millionen Euro kosten. Während also vor einigen Jahren mit Rosetta lediglich eine große Raumsonde für die Esa im Sonnensystem unterwegs war, kommt nun mit diesem Schachzug eine respektable Flotte zusammen.

Von Venus Express erhoffen sich die Planetologen vor allem Erkenntnisse über die rätselhafte Atmosphäre, die zu

Steckbrief Venus

		Venus	Erde
Äquatordurchmesser		12 103 km	12 756 km
mittlere Oberflächentemperatur		470 °C	15 °C
kleinster Abstand		38,3 Mio. km	
größter Abstand		260,9 Mio. km	
Tageslänge		243 Erdtage	
Atmosphäre	mittlerer Luftdruck	92 000 hPa	1013 hPa
	Kohlendioxid	96,5 %	0,03 %
	Stickstoff	3,5 %	78 %

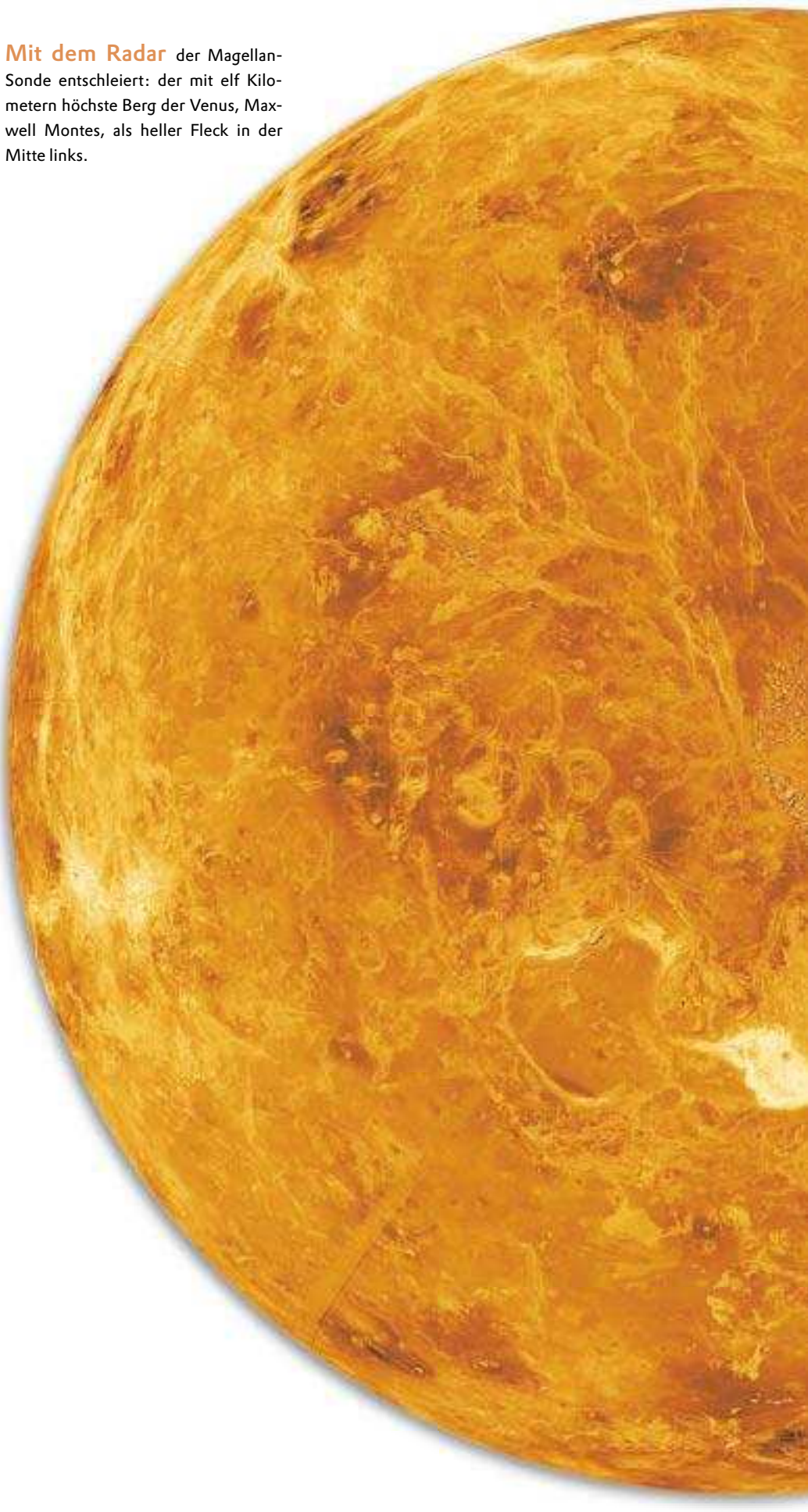
über 96 Prozent aus Kohlendioxid besteht. Der Projektwissenschaftler der Mission, Hakan Svedhem vom Esa-Zentrum im niederländischen Noordwijk (»Arbeitsplatz am Strand«, AH 9/2004, S. 48) geht davon aus, dass sowohl die Venus als auch die Erde bald nach ihrer Entstehung vor 4,5 Milliarden Jahren in ihren Atmosphären reichlich Wasserdampf besaßen – dem wirksamsten Treibhausgas überhaupt. Auf der Erde aber konnte der Dampf kondensieren, herabregnen und die Ozeane bilden, die sodann der Atmosphäre große Mengen des gleichfalls bedeutsamen Treibhausgases Kohlendioxid entzogen und in Gestalt von Kalksteinen ausschieden. Diese Wechselwirkung sorgte und sorgt immer noch für relativ niedrige Temperaturen und die dauerhafte Bewohnbarkeit unseres Heimatplaneten.

Auf der sonnennahen Venus hingegen konnte der Dampf nicht kondensieren – und somit auch den Kohlendioxidgehalt der Atmosphäre nicht reduzieren. Immer mehr Wasser verdunstete, beschleunigte in großer Höhe den Treibhauseffekt und wurde ohne schützendes Magnetfeld wie das der Erde leichte Beute des Sonnenwinds. In dem »Runaway Greenhouse«, wie Forscher den sich selbst verstärkenden Treibhauseffekt nennen, trocknete die Venus schließlich völlig aus.

Wolken so schnell wie Rennwagen

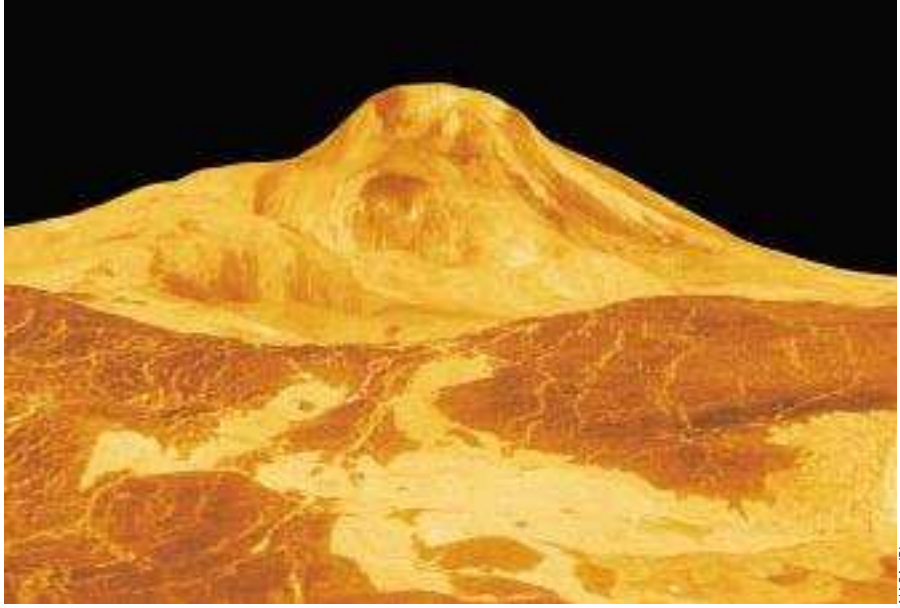
Bei ihrer Messkampagne in der bizarren Gashülle gibt es eine Reihe weiterer Phänomene, auf die die Forscher ein wachsames Auge werfen werden. Sie wollen beispielsweise wissen, was die Venusatmosphäre zu ihrer »Superrotation« antreibt. Meteorologen verstehen darunter die weit über 300 Kilometer pro Stunde schnellen Strömungen in den oberen Atmosphärenschichten: Während ein Tag auf der Venus 243 Erdtage dauert, benötigen die Wolken gerade einmal vier Erdtage, um einmal um den Planeten zu ziehen. Im ultravioletten Licht haben Planetenforscher zudem seltsame Flecken auf den Venuswolken ausgemacht, deren Natur immer noch unbekannt ist. Vielleicht zeigen die Daten der Spektrometer, ob sie tatsächlich aus Kohlenwasserstoffen bestehen, wie manche spekulieren.

Aber auch die Oberfläche birgt Geheimnisse. »Seit der Magellan-Mission >



Mit dem Radar der Magellan-Sonde entschleiert: der mit elf Kilometern höchste Berg der Venus, Maxwell Montes, als heller Fleck in der Mitte links.

NASA, JPL



NASA, JPL

Der größte Vulkan auf der Venus liegt am Äquator und ist acht Kilometer hoch. Wann Maat Mons das letzte Mal aktiv war, ist ungewiss.

> wissen wir, dass die Venus ein von Vulkanen übersäter Planet ist«, sagt Hakan Svedhem. Die Nasa-Sonde hatte die Oberfläche mit Radarstrahlen abgetastet und zu rund 98 Prozent kartiert. Neben zahlreichen größeren Einschlagkratern fand sie ein vulkanisches Land mit rund eintausend Feuerbergen, außerdem großräumige Lavafelder und hunderte Kilometer lange Lavaströme. Eine Frage blieb am Ende aber unbeantwortet: Gibt es auch heute noch Vulkanausbrüche?

Nahaufnahmen mit deutscher Optik

»Die Oberfläche der Venus ist geologisch relativ jung, das ergaben Datierungen anhand der Kraterverteilung«, erklärt Svedhem. Denn nirgendwo fanden Planetenforscher Landschaften, die älter sind als etwa 500 Millionen Jahre. Ganz anders als auf dem Erdmond oder auf der südlichen Hemisphäre des Mars mit ihren Milliarden Jahre alten und von unzähligen Kratern zernarbten Regionen.

Auf der Venus wurden also vor etwa einer halben Milliarde Jahren ältere Strukturen ausgelöscht – und zwar vermutlich durch tektonische Vorgänge. »Im Unterschied zur Erdkruste, die in viele Kontinentalplatten zerbrochen ist, besteht die Schale der Venus wohl aus nur einer einzigen Platte«, erklärt Svedhem. Der Venusvulkanismus, so die These, wäre somit weniger Folge lokaler tektonischer Gegebenheiten als vielmehr ein globales Phänomen. Während die Energie der aus dem Erdinnern aufsteigenden Magmen überwiegend an den Bruchstellen zwischen den Kontinentalplatten entweicht, fehlen diese auf der Venus. Die Folge: Die flüssigen Gesteinsmassen stoßen von unten gegen die nahtlose Kruste und verformen sie in globalem Maßstab. Dass es infolgedessen auch zu Lavaausbrüchen kam, ist unbestritten; ob es jedoch auch heute noch aktive Vulkane gibt, weiß niemand.

Bisher konnten Forscher nur auf der Erde und auf Jupiters innerem Mond Io eindeutig aktive Vulkane dingfest machen, doch Svedhem bleibt optimistisch: »Es könnte durchaus sein, das auch Venus Express aus dem Orbit vulkanische Aktivität aufspürt.«

Wie beim Mars Express, so kommt auch die Kamera der Venussonde wieder aus Deutschland. Herr über die 1,8 Kilogramm schwere Venus Monitoring Camera (VMC) ist Wojciech Markiewicz vom Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung (MPS) in Katlenburg-Lindau. Allerdings verfügt die VMC über eine Weitwinkeloptik mit 16 Grad Gesichtsfeld – das entspricht ungefähr dem Doppelten eines Feldstechers. In der Venusferne des elliptischen Orbits passt Venus damit auf einige wenige Frames. Bei minimalem Abstand, also in rund 250 Kilometern über dem Boden, kann sie für Detailstudien eingesetzt werden. Ihre Auflösung dürfte dann rund 200 Meter pro Bildpunkt betragen. Die VMC soll in erster Linie die Venusatmosphäre in einem breiten Wellenlängenbereich vom nahen infraroten bis ins ultraviolette Licht inspizieren.

Getrübter Blick

Doch die Forscher trauen ihr noch mehr zu: den Blick bis zum Boden. Denn die dichten Luftschichten sind durch schmale »Fenster« im infraroten Spektrum durchsichtig. Ungetrübt wird die Sicht auf die Oberfläche allerdings nicht sein: »Bei diesen Beobachtungen wird unsere Kamera ihr technisches Auflösungsvermögen nicht erreichen können«, so Planetenforscher Markiewicz.

Die VMC soll auf die Nachtseite der Venus gerichtet werden. Denn die Venusnacht ist im infraroten Licht alles andere als dunkel, der heiße Planet sorgt für eine messbare Wärmestrahlung. Sollten dort also Vulkane Feuer spucken, so müssten sie sich auf den VMC-Wärmebildern zeigen. Wenn dann die Vex-Spektrometer über den Vulkanen noch verräterisches Schwefeldioxid entdecken – voilà, dann wäre Mars trotz seines riesigen Olympus Mons vulkanisch deklassiert. <<

Sieben Experimente für die Venus

Von den 1270 Kilogramm der Sonde entfallen allein 570 auf Treibstoff. Die sieben Instrumente bringen dagegen zusammen lediglich 93 Kilogramm auf die Waage. Nur zwei Geräte, nämlich die deutsche Venus Monitoring Camera (VMC) und das Magnetometer (Mag) aus Österreich, sind Neuentwicklungen.

Mit dem Visible and Infrared Thermal Imaging Spectrometer (Virtis), einem Rosetta-Erbstück, sollen die tieferen Atmosphärenschichten studiert werden. Auch das UV and IR Spectrometer for Solar/Stellar Occultations and Nadir Observations (Spica V) dient der chemischen Analyse der Gashülle. Genau wie das Planetary Fourier Spectrometer (PFS). In der Marsatmosphäre hat es bereits Spuren von Methan entdeckt. Jetzt soll ein solches Gerät die Venusluft analysieren. Der Analyser of Space Plasmas and Energetic Atoms (Aspera), ebenfalls marserprobt, soll den Einfluss des Sonnenwinds auf die Venusatmosphäre messen.

Mit Vera (Venus Express Radio Science) schließlich wollen Forscher der Münchener Bundeswehrhochschule sowohl die Atmosphäre als auch die Oberfläche im Radiowellenbereich studieren.

Thorsten Dambeck beobachtet als regelmäßiger Autor von ASTRONOMIE HEUTE unter anderem das Verkehrsaufkommen im Sonnensystem.

QUELLEN: SKY ATLAS 2000.0 / AKIRA FUJII / OWEN GINGERICH; BEARBEITUNG: NIGHT SKY

Die Namen der Sterne

Von Alkor bis Zubeneschamali erzählt jeder Sternname eine faszinierende Geschichte.

>> Tony Flanders

Bestimmt kennen Sie die Namen einiger Sterne. Sirius sagt Ihnen vielleicht etwas: Das ist der hellste Stern am Nachthimmel. Oder Polaris, der Nordstern, der die ganze Nacht hindurch am selben Punkt steht. Viele Amerikaner haben bereits von »Beetle Juice« (Käfersaft) gehört – obwohl sie vielleicht nicht wissen, dass das nur eine niedliche Art ist, den Sternnamen Beteigeuze in der dort gebräuchlichen Schreibweise »Betelgeuse« auszusprechen.

Woher stammen diese exotisch klingenden Bezeichnungen? Die Antwort ist interessant und überraschend vielschichtig. Die Geschichte der Sternnamen spiegelt diejenge der Astronomie wider, und die wiederum war eine wichtige Grundlage für die Entwicklung der modernen Naturwissenschaften. Wer also die Geschichte der Sternkunde erforscht, lernt gleichzeitig viel über die Wurzeln unserer Hightech-Welt voller Autos, Fernseher und Handys.

Um das Jahr 3000 v. Chr. wurde – soweit wir wissen – in Mesopotamien, dem heutigen Irak, die Schrift erfunden. Weiter können wir den Ursprung der Sternnamen nicht zurückverfolgen – obwohl es durchaus möglich ist, dass einige noch älter sind.

Auf verschlungenem Pfad

Mul Apin, der erste umfassende Sternkatalog in Mesopotamien, wurde erst etwa 750 v. Chr. erstellt, doch viele der dort aufgeführten Sternbilder waren wahrscheinlich bereits vor dem Jahr 2000 v. Chr. bekannt. Etwa ein Dutzend der uns heute geläufigen Sternbilder sind im Mul Apin erwähnt, daneben auch mindestens ein immer noch gebräuchlicher Sternname: Die Bezeichnung »Regulus« für den hellsten Stern im Löwen basiert auf einer wörtlichen Übersetzung des griechischen »Basiliskos«, »der kleine König«, ins Lateinische. Basiliskos wiederum kam vom mesopotamischen »Mul Lugal«, was »königlicher Stern« heißt.

Wir verdanken den Mesopotamiern einiges in der Astronomie, allerdings kamen ihre Errungenschaften auf indirektem Weg zu uns. Die alten Griechen dagegen haben unsere moderne Welt sehr direkt und grundlegend beeinflusst. Die zeitgenössische Philosophie, die Künste und die Wissenschaft haben ihren Ursprung in der Kultur unserer großen griechischen Vorfahren. Noch heute beziehen Dichter und Philosophen ihre Inspiration aus den griechischen Klassikern.

Alles begann mit den berühmten Dichtern Homer und Hesiod, die um das

Den abgetrennten Kopf einer männlichen Sagengestalt hält Perseus auf dieser Abbildung aus einer Sternkarte des in Persien geborenen Astronomen Abd al-Rahman al-Sufi (903–986) in der Hand. Das enthauptete Ungeheuer trägt den arabischen Namen »al-Ghul« (der Dämon), der zum Sternnamen Algol wurde.

Jahr 750 v. Chr. lebten, kurz vor Beginn der griechischen Klassik. Hesiods Gedicht »Werke und Tage« enthält zwei Sternnamen in beinahe genau der Form, wie wir sie heute benutzen: »Sind aber dann Orion und Seirios mitten am Himmel angekommen, erblickt den Arktouros die rosige Eos, dann … pflück und bring nach Hause die Trauben.«

Von Dichtern und Sternkundigen

Sirius (im griechischen Original: Seirios) heißt »der Sengende«, was zum hellsten Stern am Nachthimmel gut passt. Arktouros (Arktur, der »Bärenhüter«) erhielt seinen Namen vermutlich, weil er Ursa Maior, dem großen Bären, auf dem Weg um den Polarstern folgt.

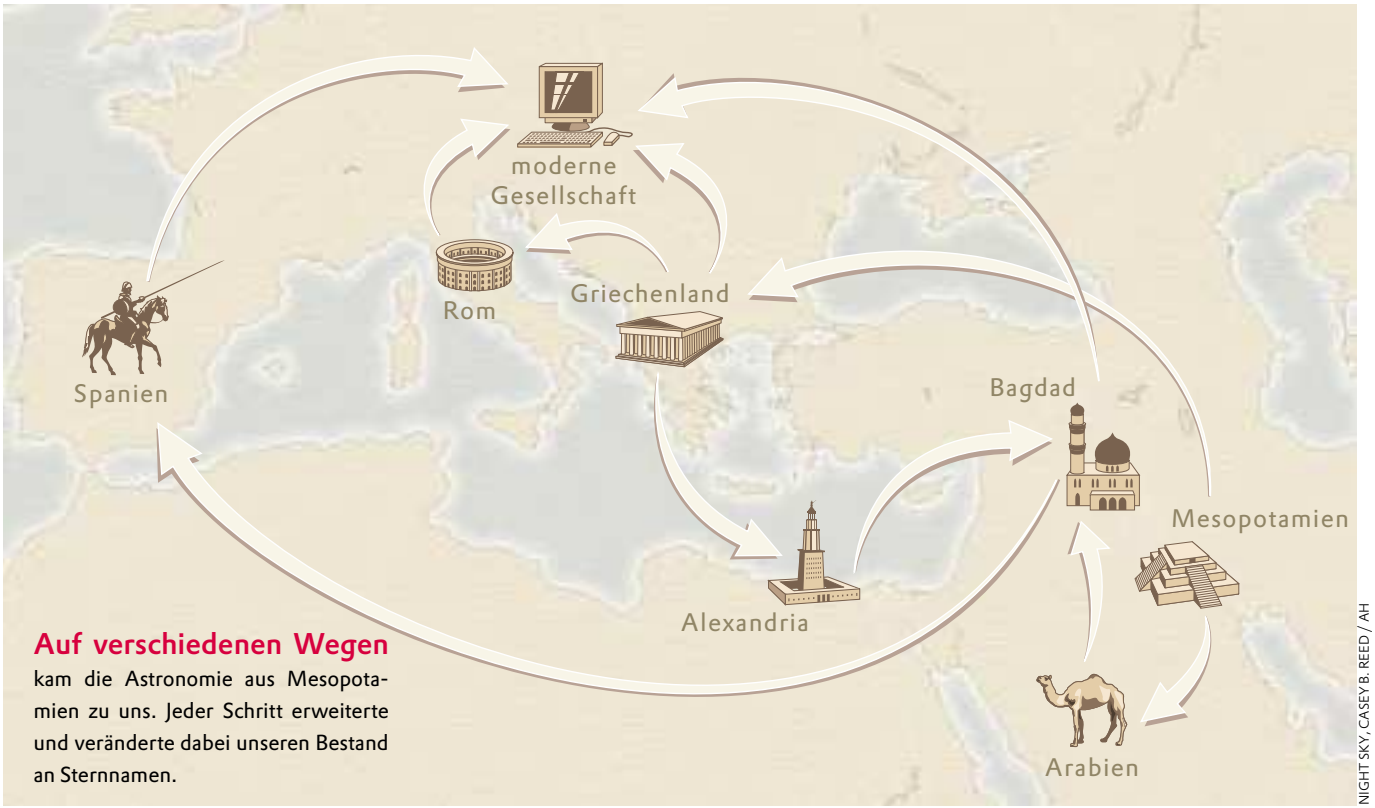
Weder Homer noch Hesiod waren in der mesopotamischen Astronomie besonders bewandert. Doch offenbar erwarben die Griechen wenig später Kenntnisse auf diesem Gebiet, denn während der Blütezeit Athens (etwa von 500 bis 300 v. Chr.) haben Dichter und Astronomen die mesopotamischen Sternbilder so beschrieben, als wären sie schon immer Teil der griechischen Kultur gewesen. Die meisten uns bekannten griechischen Sternnamen tauchten zu dieser Zeit erstmals auf. Acht davon sind immer noch gebräuchlich, entweder im griechischen Original oder in lateinischer Übersetzung (siehe Tabelle S. 31).

Als Alexander der Große im Jahr 330 v. Chr. Persien eroberte, machte er Griechenland von einer größeren Regionalmacht zur Weltmacht, die sich vom Peloponnes und Ägypten bis an die Grenzen Indiens erstreckte. Alexanders Imperium zerfiel kurz nach seinem Tod, doch seine Heimat war nicht mehr dieselbe. Athen verlor seine Bedeutung und das kulturelle und wirtschaftliche Zentrum der klassischen Antike verlagerte sich nach Alexandria, in die griechischsprachige Hauptstadt der frisch eroberten Provinz am Nil. Alexanders Eroberungen brachten Griechenland in direkten Kontakt mit Mesopotamien, wo die Mathematik und die Astronomie sich zwar ebenso schnell entwickelt hatten wie auf dem Peloponnes, doch eine andere Richtung genommen hatten. Die Verschmelzung dieser beiden Traditionen führte die Wissenschaft und Technologie in Alexandria zu einer solchen Blüte, wie sie die Welt noch nicht gesehen hatte.

Alexandrias bedeutendster Wissenschaftler Claudius Ptolemäus verfasste um 150 v. Chr. verschiedene Werke, die die darauf folgenden Jahrhunderte wie ein Leuchtturm erhellten. Das wichtigste Werk ist heute unter seinem arabischen >

Aus urheberrechtlichen Gründen können wir Ihnen die Bilder leider nicht online zeigen.

Eines der bedeutendsten Vermächtnisse Mesopotamiens ist der »Codex Hammurabi«, das erste schriftlich niedergelegte Gesetz, um 1780 v. Chr. in Stein gemeißelt. Die ältesten bekannten astronomischen Texte stammen ebenfalls aus dieser Zeit.



Auf verschiedenen Wegen kam die Astronomie aus Mesopotamien zu uns. Jeder Schritt erweiterte und veränderte dabei unseren Bestand an Sternnamen.

NIGHT SKY, CASEY B. REED / AH

AUS: J.G. HECK'S PICTORIAL ARCHIVE OF ART AND ARCHITECTURE, 1851

Die Tempel der Akropolis, hier auf einem Stich aus dem 19. Jahrhundert, bildeten das Zentrum des antiken Athen. Ihre Ruinen sind noch heute ein Anziehungspunkt für Touristen.

> Namen Almagest (der Größte) bekannt. Es umfasst die ganze Breite astronomischen Wissens, das die Griechen bis dahin zusammengetragen hatten. So enthält es etwa einen Katalog mit mehr als tausend Sternen, mit ihren Himmelskoordinaten, mit ihrer Helligkeit und der genauen Lage innerhalb ihres Sternbilds.

Geschichten, aber keine Namen

Wo sie bekannt waren, führte der Almagest auch die traditionellen Bezeichnungen auf. Regulus etwa hieß »der Stern im Herzen (des Löwen), genannt Basiliskos«. Letztlich enthält das gesamte Werk jedoch nur ungefähr ein Dutzend solcher Sternnamen.

Die alten Griechen erzählten sich zu den Sternbildern die verrücktesten Geschichten, einzelne Sterne hingegen interessierten sie weniger – mit Ausnahme der besonders hellen und solcher mit besonderen Eigenschaften. Wenn griechische Wissenschaftler sich mit schwächer leuchtenden Sternen befassten, begnügten sie sich mit langatmigen Bezeichnungen wie »der Stern über dem Kopf des Drachen«. Wie wir gleich sehen werden, bildeten diese Beschreibungen schließlich die Grundlage für die meisten heute gebräuchlichen Sternnamen.

Im Jahr 30 v. Chr. hatte Rom Griechenland und dessen sämtliche Kolonien rund um das Mittelmeer erobert. Die alten Römer waren praktisch orientierte Menschen, die sich besonders in der Kriegsführung und Rechtswissenschaft, in der Politik und im Städtebau hervortaten, jedoch wenig Sinn für abstraktes Wissen besaßen. Dennoch waren sie vernünftig genug, eine ihnen überlegene Kultur anzuerkennen. Daher übernahmen sie die griechische Mythologie und Literatur, übersetzten sie ins Lateinische und machten sie sich so zu Eigen. Deshalb nennen wir die Planeten heute bei ihren lateinischen Namen Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn, statt die griechischen Versionen Hermes, Aphrodite, Ares, Zeus und Kronos zu benutzen. Die römischen Herrscher erlaubten den Provinzen auch, ihre eigenen Sitten und Gebräuche beizubehalten. Daher blieb Alexandria das Zentrum der griechischen Kultur, ganz wie zu Zeiten vor der Eroberung. Doch im bis dahin »unzivilisierten« westlichen Teil des römischen Weltreichs übernahmen die Menschen ganz selbstverständlich Latein als ihre gemeinsame Sprache. Als der Einfluss der Römer langsam zu schwinden begann, entwickelten sich die dortigen Dialekte unterschiedlich weiter und wurden zu den modernen romanischen Sprachen wie Italienisch, Spanisch und Französisch.

Mehr Namen als Sterne

Doch Latein blieb für ein weiteres Jahrtausend die grundlegende Schriftsprache Westeuropas, obwohl es für niemanden mehr Muttersprache war. Bis ins 19. Jahrhundert hinein wurden die wichtigsten wissenschaftlichen Arbeiten auf Latein verfasst, und heute noch erhalten alle neu entdeckten Arten, ob Pflanze oder Tier, lateinische Namen. Dementsprechend sind auch fast alle Sternnamen, die in den letzten fünfhundert Jahren vergeben wurden, lateinisch.

Der Farnesische Atlas, eine spätrömische Skulptur, trägt die erste bekannte Darstellung des Himmels mit den klassischen Sternbildern.

Aus urheberrechtlichen Gründen können wir Ihnen die Bilder leider nicht online zeigen.

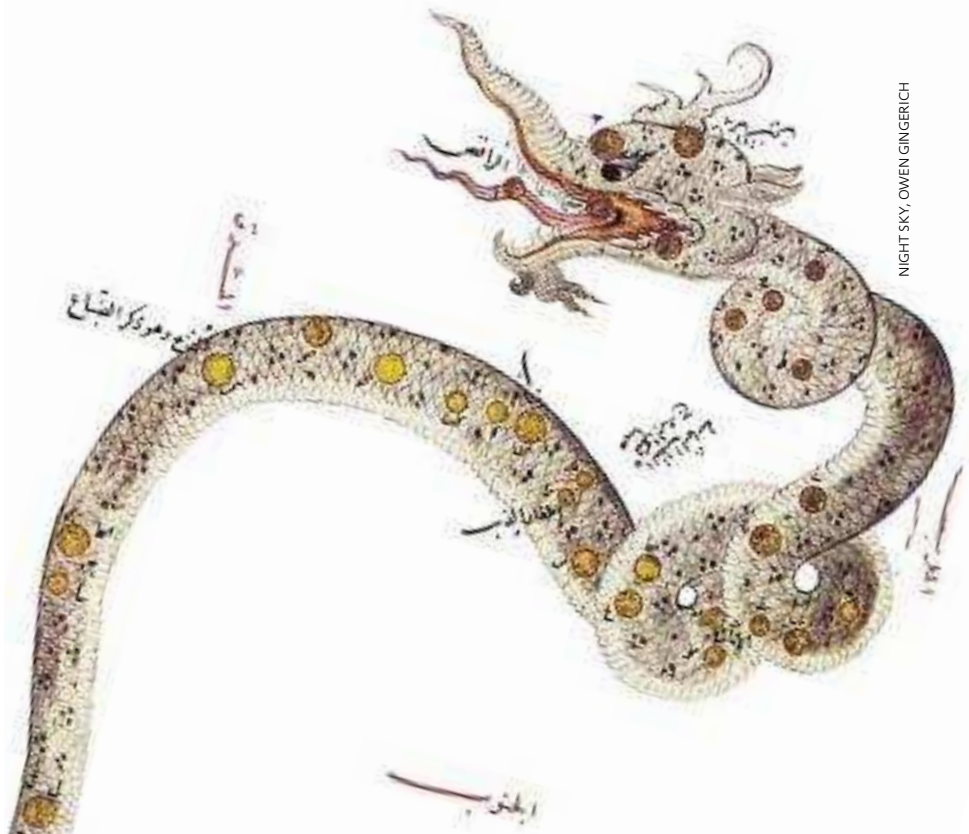
Bevor der Prophet Mohammed im Jahr 610 n. Chr. seine ersten heiligen Visionen hatte, vermutete niemand, dass die Nomadenstämme und Wüstenbewohner der arabischen Halbinsel dereinst über Jahrhunderte hinweg die Weltgeschichte dominieren würden. Vor dem Siegeszug des Islams hatten die Araber kaum Zugang zur Wissenschaft; sie verbrachten einen Großteil ihrer Zeit damit, sich gegenseitig zu bekämpfen. Dennoch hatten sie wohl eine besondere Leidenschaft für die Astronomie, denn sie hinterließen mehrere hundert Bezeichnungen für Sterne. Das bedeutet keineswegs, dass sie damit Hunderte einzelner Himmelskörper unterschieden. Viele der Namen entstanden vielmehr an verschiedenen Orten und zu unterschiedlichen Zeiten. Teilweise können wir nur raten, welche Sterne sich hinter den Bezeichnungen verbargen. Doch die Vielzahl arabischer Sternnamen steht im auffälligen Gegensatz zu dem Dutzend, das die Griechen kannten.

Dazu habe ich meine eigene kleine Theorie entwickelt: Die Griechen reisten zwar gern und trieben auf der ganze Welt Handel. Doch sie bewegten sich zumeist per Schiff, und das entlang den Küsten und nur tagsüber, um die Gefahren der Felsen und Riffe zu umgehen. Im Gegensatz dazu durchquerten die Araber auf ihren Kamelen die Wüste, ohne eine Straße vor sich zu haben. Um nicht Sandstürmen und der sengenden Sonne ausgeliefert zu sein, reisten sie nachts und orientierten sich dabei an den Sternen. Daher waren die Himmelskörper für sie wie für kaum ein anderes Volk ein wichtiger Bestandteil ihres Lebens.

Intellektueller Siegeszug

Wüstennomaden hinterlassen allerdings in der Regel kaum schriftliche Zeugnisse, sodass wir heute vermutlich nur wenige Sternnamen kennen würden, hätte nicht die Ausbreitung des Islams das Arabische zu einer der bedeutendsten Sprachen der Literatur und der Wissenschaft gemacht.

Durch den gemeinsamen islamischen Glauben verbunden, entwickelten sich die Araber zu einer unaufhaltsamen Streitmacht und errichteten ein Imperium, das von Spanien bis nach Indien reichte. Nach der ersten großen Expansion ließen sie sich nieder und widmeten sich den Errungenschaften der Zivilisation. Zunächst wurde Syrien zum Zentrum der arabischen Kultur, danach Mesopotamien, wo im Jahr 762 n. Chr. die Stadt Bagdad gegründet wurde.



NIGHT SKY, OWEN GINGERICH

Dank der Zeichnungen – wie hier vom Drachen – und Texte früher islamischer Astronomen sind uns einige der alten Sternbezeichnungen erhalten geblieben.

Viele Gelehrte pilgerten Tausende von Meilen nach Bagdad. Der Islam garantierte Juden, Christen und Parsen (Anhängern der Lehre Zarathustras) Glaubensfreiheit, denn ihre heiligen Schriften wurden als göttliche Offenbarungen angesehen, die der Offenbarung des Korans vorausgegangen seien. Daher arbeiteten die griechischsprachigen Christen in Bagdad Seite an Seite mit moslemischen Gelehrten, um die griechischen Klassiker ins Arabische zu übersetzen und sie damit allen gebildeten Menschen der islamischen Welt zugänglich zu machen.

Es waren Gelehrte aus Bagdad, welche die Grundlagen für die wissenschaftliche Revolution in Europa zusammentrugen. Aus Indien brachten sie das mit, was wir heute als »arabische Ziffern« bezeichnen – die Zahlen 0 bis 9 und ihre Stellenschreibweise, welche die komplizierten Rechnungen, die die Astronomie erfordert, stark erleichterten. Um den Wert der arabischen Zahlen besser zu erkennen, versuchen Sie einmal, CDXXXVII durch XIX zu teilen, ohne sie zu Hilfe zu nehmen!

Gebräuchliche Sternnamen aus dem alten Griechenland

heutiger Name	griechischer Name	Bedeutung
Arktur	Arktouros	Bärenhüter
Antares	Antares	Rivale des Ares, Gegenmars
Kanopus	Kanobos	Ursprung unbekannt, möglicherweise ägyptisch
Kapella	Aix	Ziege
Prokyon	Prokyon	Bote des Hundssterns
Regulus	Basiliskos	Kleiner König, vom mesopotamischen »Mul Lugal«
Sirius	Seirios	Versenger, auch Kyon oder Hundsstern genannt
Spika	Stachys	Ähre des Weizens (aus dem Mesopotamischen)

BEIDE FOTOS: OWEN GINGERICH

Astrolabien, das mittelalterliche Äquivalent der modernen Planisphären, übermittelten uns viele der Arabischen Sternbezeichnungen (links). Jeder Kreuzungspunkt auf dem drehbaren Gitter (unten) verkörpert einen Stern. Das Gitternetz im Hintergrund zeigt, wo die Sterne sich zu jedem beliebigen Zeitpunkt befinden.

> Die Araber übernahmen von den Indern auch Elemente der Algebra sowie eine rudimentäre Trigonometrie aus Alexandria und entwickelten beide mathematischen Disziplinen zu ihrer heutigen Form.

Die Astronomie nimmt im Islam eine besondere Stellung ein, da dort jeder Monat mit der erstmöglichen Sichtung des Neumonds beginnt. Diesen Zeitpunkt vorherzusagen, ist ziemlich kompliziert. Außerdem müssen sich Muslime beim Beten nach Mekka wenden, und auf der gekrümmten Oberfläche der Erde Richtungen zu bestimmen, ist eine knifflige geometrische Aufgabe, bei der die Sterne helfen, die eigene Position festzustellen. Insbesondere in der Blütezeit des Islams, dem »Goldenen Zeitalter«, florierte daher die islamische Sternkunde.

Die große Mehrheit der modernen Sternnamen stammt aus den Werken arabischer Astronomen. Das zeigt die Vielzahl der Namen, die mit »al« beginnen, was im Arabischen »der«, »die« oder »das« bedeutet. Manche Bezeichnungen stammen noch aus vorislamischer Zeit, vor allem die sehr leuchtstarker Sterne (siehe Tabelle unten).

Griechische Kultur geht unter …

Doch die meisten gingen aus den Aufzeichnungen des Ptolemäus hervor. So wurde aus dem »Stern über dem Kopf (des Drachen)« bei Ptolemäus das arabische Ras al-Tinnin, was der »Kopf des Drachen« bedeutet. Daraus entstand schließlich nicht nur einer unserer heutigen Sternnamen, sondern gleich drei (siehe folgende Seite).

Wie die Griechen hatten auch die Araber einen Großteil ihrer astronomischen Kenntnisse aus Mesopotamien bezogen, und es gab immer noch starke Ähnlichkeiten, als die beiden Traditionen nach fast zwei Jahrtausenden jeweils unabhängiger Entwicklung miteinander verschmolzen. Unser heutiger Sternname Rigel kommt vom Arabischen Rijl al-Jauza, was »Fuß des Riesen« bedeutet. Dies ist sowohl die traditionelle arabische Bezeichnung für diesen Stern als auch eine plausible Übersetzung der Beschreibung durch Ptolemäus. Der ursprüngliche arabische Name von Beteigeuze oder Betelgeuse bedeutete jedoch »Hand des Riesen« und war folglich keine wörtliche Übersetzung des Namens, den Ptolemäus ihm gegeben hatte – »heller, roter Stern in der rechten Schulter«.

Bagdad blieb das kulturelle Zentrum der islamischen Welt, bis es im Jahr 1258 vom mongolischen Heer unter Hulagu, dem Enkel Dschinghis Khans, geplün-

Sternnamen im vorislamischen Arabien

heutiger Name	arabischer Name	Bedeutung
Aldebaran	Al-Dabaran	Der Verfolger (der Plejaden)
Atair	Al-Nasr al-Tair	Der fliegende Adler (Mesopotamien)
Beteigeuze	Yad al-Jauza	Hand des Riesen
Rigel	Rijl al-Jauza	Fuß des Riesen
Wega	Al-Nasr al-Waqi	Der angreifende Adler

dert wurde. Schließlich konvertierte das Reitervolk zum Islam und wurde zivilisiert, so wie die Araber vor ihnen. Doch zu dieser Zeit verlagerte sich bereits das Zentrum wissenschaftlicher Forschung nach Europa.

Während eines Großteils der islamischen Blütezeit war Europa der islamischen Welt auf fast jedem Gebiet außer der Technologieentwicklung und der Kriegsführung weit unterlegen. Wie ihre römischen Vorfahren verbrachten die europäischen Völker wenig Zeit mit dem Erwerb abstrakten Wissens. Die wenigen Menschen, die lesen und schreiben konnten, taten dies auf Latein, und die griechischen Klassiker gerieten in Vergessenheit. Lediglich in den Gebieten, die sich teilweise oder vollständig unter moslemischer Kontrolle befanden – wie Sizilien, Portugal und vor allem Spanien –, blieb die griechische Kultur lebendig.

… und taucht wieder auf

Doch um das Jahr 1100 zeichneten sich erste folgenschwere Veränderungen ab. Spanische Gelehrte übersetzten die griechischen Klassiker vom Arabischen ins Lateinische und machten sie dadurch erstmals für alle gebildeten Europäer zugänglich. In Mitteleuropa wurden Universitäten gegründet. Die Menschen griffen auf das Wissen der Griechen und Araber zurück und begaben sich auf die Suche nach neuen Wegen zur Erkenntnis. Im Jahr 1400 war das Abendland auf dem besten Weg, den Rest der Welt auf fast jedem intellektuellen und materiellen Gebiet zu überflügeln.

Es ist wenig verwunderlich, dass die meisten westlichen Sternnamen aus dem Arabischen abgeleitet sind. Wir haben die Astronomie erst wieder von den Moslems neu erlernen müssen und dabei aus ihrem großen Vorrat an Sternnamen geschöpft. Manche der Namen, wie Aldebaran, wurden dabei kaum verändert. Die meisten sind jedoch durch Generationen von Schreibern fast bis zur Unkenntlichkeit verstümmelt worden, da diese nicht immer über die nötigen Sprachkenntnisse verfügten. So hieß Beteigeuze ursprünglich Yad al-Jauza. Als John von London im Jahr 1246 die arabischen Schriftzeichen für diesen Sternnamen in römische Buchstaben übertrug, übersah er das diakritische Zeichen, das im Arabischen das »b« vom »i/y« unterscheidet, und schrieb »Bedalgeuze«, was schließlich zu der Form mutierte, die wir heute benutzen.

Noch bevor das Teleskop erfunden war, berechnete Tycho Brahe (1546–1601) die Positionen der Sterne bei Weitem genauer, als es sich griechische und islamische Astronomen erträumt hätten.

Viele Sterne erhielten aus Versehen Namen, die die Araber ursprünglich einem ganz anderen Stern gegeben hatten. Zuweilen verwandelte sich auch ein einzelner arabischer in zwei unterschiedliche Sternnamen. Eltanin und Rastaban, die hellsten Sterne im Kopf des Drachen, sind beide von Ras al-Tinnin abgeleitet, der arabischen Übersetzung von Ptolemäus' »Stern über dem Kopf«, eines Namens, der ursprünglich nur für Eltanin galt.

Die Sternnamen des Westens verfestigten sich um das Jahr 1600, doch einige wurden auch nach dieser Zeit eingeführt. So kann der Name Polaris oder Polarstern sicher nicht besonders alt sein, denn dieser Stern steht erst seit Kurzem so nah am Himmelsnordpol (AH September 2005, S. 30).

Und Cor Caroli (»Karls Herz«) erhielt seinen Namen zu Ehren des englischen Königs Karl II., der im Jahr 1675 das Observatorium in Greenwich bei London gegründet hatte. Es gab viele Versuche, Herrschern zu schmeicheln, indem man Sterne nach ihnen benannte, doch dieser ist der einzige Name, der bis zur heutigen Zeit erhalten geblieben ist.

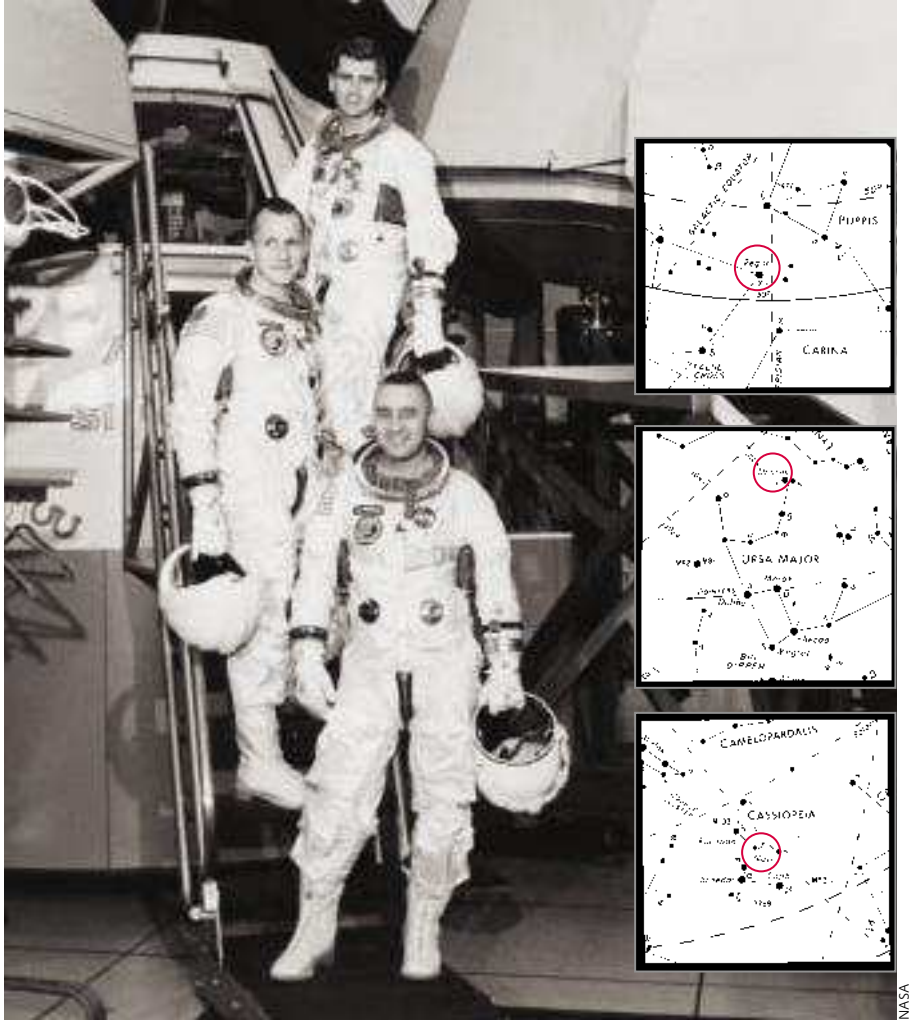
Giuseppe Piazzi hat in seinem Sternkatalog von 1814, der die Positionen von Tausenden von Himmelskörpern mit nie da gewesener Genauigkeit auflistet, viele Sterne erstmals benannt. Nachdem er so viel Zeit mit ihnen verbracht hatte, beschloss Piazzi offenbar, dass sie es nun verdient hätten, Namen zu bekommen – selbst wenn er diese mühsam in Büchern aufstöbern oder gar erfinden müsste. So kam auch Thuban zu seinem Namen. Piazzi beschäftigte sich mit der Herkunft des Namens Rastaban. In seinen Quellen stand fälschlicherweise, dass dieser von al-Thuban stamme, dem arabischen Wort für Schlange. Als er einen Stern sah, der einen Namen brauchte, und einen Namen, dem der zugehörige Stern fehlte, beschloss Piazzi einfach, die beiden miteinander zu verbinden. >

AUS: ATLAS MAIOR, SIVE COSMOGRAPHIA BLAUIANA, AMSTERDAM 1662 / LINDA HALL LIBRARY OF SCIENCE ENGINEERING & TECHNOLOGY

Bayers griechische Buchstaben

Im Jahr 1603 führte Johannes Bayer die Praxis ein, Sterne mit griechischen Buchstaben zu kennzeichnen (AH 1-2/2004, S. 36). Dabei begann er mit Alpha (α) für den hellsten Stern des Sternbilds, Beta (β) benannte den zweithellsten und so fort. Daher heißt Regulus, der strahlendste Stern im Löwen, »Alpha Leonis«.

Außer bei besonders hellen Sternen bevorzugen professionelle Astronomen fast immer Bayers Nomenklatur gegenüber den bildlichen Namen, Amateursterngucker zum Teil ebenso. Die richtigen Sternnamen sind praktischer, wenn man sich nur mit einer Hand voll Sterne auf einmal beschäftigt. Doch geht es um den ganzen Himmel, ist es viel einfacher, sich 24 griechische Buchstaben zu merken als mehrere hundert Sternnamen.



Die Astronauten der verunglückten Apollo-1-Mission schmuggelten Teile ihrer Namen rückwärts als Sternnamen in einen offiziellen Nasa-Katalog: Roger Chaffee (oben) wurde zu Regor, Edward White II. (englisch: »Second«) zu Dnoces, und Virgil Ivan Grissom (unten) zu Navi. Die Namen tauchten sogar in einigen bekannten Sternkarten auf, bevor der Streich aufflog.

> Piazzis verrückteste Aktion entstand zu Ehren seines Assistenten Niccolo Cacciatore, auf Lateinisch: Nicolaus Venator. Piazzi nannte die beiden hellsten Sterne im Delfin Sualocin und Rotanev – Nicolaus Venator rückwärts gesprochen!

Sind Sualocin und Rotanov echte Sternnamen? Entscheiden Sie selbst. Unsere 88 Sternbilder haben tatsächlich offizielle, international anerkannte Namen und Begrenzungen, doch keine Institution hat bisher offiziell bestimmt, welche Sternnamen legitim sind und welche nicht. Einige maßgebliche Quellen widersprechen sich sogar gegenseitig. So kann man Eltanin auch als Etamin oder Etanin schreiben. Manche Quellen bezeichnen den Stern, der normalerweise Eltanin heißt, als Rastaban und nennen diesen dafür entweder Alwain oder Alwaid.

Traditionell = echt?

Die meisten modernen Sternkataloge lehnen die Namen Sualocin und Rotanev als offensichtliche Fälschungen ab, doch alle akzeptieren die Bezeichnung Thuban trotz seiner zweifelhaften Abstammung, weil er traditionell klingt.

Letztendlich legt erst der Alltagsgebrauch Namen fest. Wenn jemand einen Stern Elvis nennen möchte, kann er das gerne tun – er darf jedoch nicht erwarten, dass andere verstehen, von welchem Objekt er spricht.

Die einzigen Sternnamen, die heute überall gleichermaßen gebräuchlich sind, bezeichnen besonders helle Sterne, und das sind mehr oder weniger die gleichen, die bereits von den Griechen Namen erhielten. Wahrscheinlich könnte nicht einmal einer von zehn Sternfreunden den Himmelskörper Rastaban seinem Namen nach finden. Wenn Sie daher möchten, dass andere wissen, worüber Sie reden, dann bezeichnen Sie ihn besser als Beta Draconis (siehe »Bayers griechische Buchstaben«, S. 33). Erfahrene Sternfreunde wissen zwar nicht unbedingt, welcher Stern nun Beta Draconis genau ist, aber sie wissen durchaus, wo sie nachschlagen können.

Dennoch umgibt die Sternnamen ein besonderer Zauber. Wenn man ihn durch ein Teleskop betrachtet, leuchtet Rastaban strahlend hell in sattem Gelb. Er verdient seinen Titel. Und Rastaban ist wirklich ein schöner Name. Er klingt alt und geheimnisvoll, obwohl er eigentlich eine grobe Vereinfachung des arabischen Orginalnamens darstellt und auch noch den falschen Stern bezeichnet. Nennen Sie den Stern ruhig Rastaban, wenn Sie sich dadurch seine Himmelsposition und seinen einzigartigen Charakter besser merken können. Und wenn Sie ihn lieber nicht Rastaban nennen, ist das auch in Ordnung.

Doch egal, ob Sie die bildlichen Bezeichnungen gebrauchen oder nicht: Die Namen der Sterne bereichern die Alltagsastronomie um eine weitere faszinierende Dimension – die der Geschichte. <<

Der Autor hört auf die rechtmäßigen Vornamen **David Anthony** – nach einem der Könige Israels und einem, der beinahe Kaiser von Rom geworden wäre.

Gekaufte Sternnamen

Vielleicht haben Sie schon einmal von Firmen gehört, die Sternnamen verkaufen. Ist dies rechtmäßig? Das hängt davon ab, was Sie erwarten. Sie erhalten eine bunte »Eigentumsurkunde«, die den von Ihnen gewählten Namen und die Koordinaten eines schwach leuchtenden Sterns enthält, der nur durch ein Teleskop zu erkennen ist. Wenn Sie ein Sternfreunde-Treffen oder ein Observatorium besuchen, zeigt Ihnen mit viel Glück vielleicht jemand »Ihr« Himmelsobjekt im Fernrohr – doch nur dann, wenn Sie ihm die Koordinaten nennen. Ansonsten hat er vermutlich keinen blassen Schimmer, welches Objekt Sie meinen.

Ich persönlich würde mir lieber selbst einen Stern aussuchen, meine eigene Urkunde drucken und das Geld für einen wohltätigen Zweck spenden. Dabei würde ich vermutlich einen schönen, hell leuchtenden Stern auswählen. Ist die Sonne noch zu vergeben?

Erster Blick auf ferne Welten

Vor zehn Jahren entdeckten Astronomen den ersten Planeten in einem anderen Sternsystem – indirekt, durch das leichte Zerren an seiner Sonne. Jetzt aber läuft das Rennen der Großteleskope, das erste Foto eines Exoplaneten zu schießen. **>> Robert Naeye**

NASA / JPL / CALTECH

Wissenschaftlicher Fortschritt muss sich immer gegen Skepsis behaupten. Auch in der Geschichte der Astronomie gibt es nur wenige Beispiele dafür, dass ein neues Phänomen nach kurzer Zeit akzeptiert wurde – etwa die Entdeckung des kosmischen Mikrowellenhintergrunds oder der Pulsare. Wesentlich öfter blieb das Bild strittig, bis sich im Lauf der Jahre ausreichend Puzzleteile zusammenfügten.

Genau in dieser Phase befindet sich die Exoplanetenforschung. Zwei internationale Teams haben letztes Jahr Aufnahmen vorgestellt, die einen Planeten außerhalb unseres Sonnensystems zeigen sollen. Eines davon könnte als Meilenstein in die Geschichte eingehen – als Zeugnis des Augenblicks, in dem Großteleskope mit ihrer adaptiven Optik der Menschheit den ersten Blick auf eine weit entfernten Welt lieferten. Doch alle bis heute veröffentlichten Aufnahmen werden zurzeit noch kontrovers bewertet. Erst im Rückblick wird sich bestimmen lassen, wer tatsächlich das erste Bild eines Exoplaneten geschossen hat.

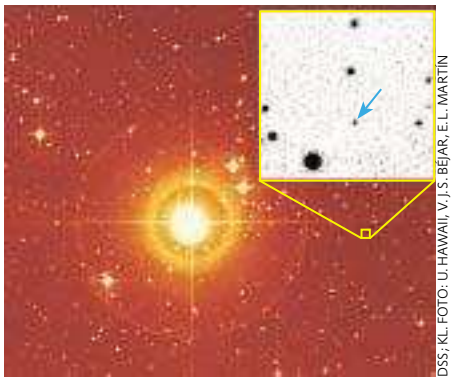
Im Gegensatz zu indirekten Methoden, die nur den Schwerkrafteinfluss eines Planeten auf seinen Stern messen (»Planetenjagd bei Epsilon Eridani«, AH Juli/August 2003, S. 28), ermöglichen Bilder eine ganze Reihe von Aussagen über die Temperatur, die Zusammensetzung und vielleicht sogar die Meteorologie des Planeten.

Geschichtsträchtige Forschung

So wie es vor der ersten Entdeckung eines Exoplaneten Anfang der 1990er Jahre einige Male Fehlalarm gab, stellten sich bisher auch die fotografierten Exoplaneten bei näherer Untersuchung als andere Objekte heraus. Im Jahr 1998 veröffentlichte die Nasa eine Aufnahme des Weltraumteleskops Hubble, >

Von seinem Mond aus betrachtet wäre dies vielleicht der Anblick des Planeten (oben links) im Dreifach-Sternsystem HD 18873. Irdische Teleskope können nur die Sonnen direkt sehen.

ESO



DSS; KL. FOTO: U. HAWAII, V. J. S. BÉJAR, E. L. MARTÍN

2M1207 & Co. in der Yepun-Aufnahme vom April 2004. Den Braunen Zwerg trennen 55 AE von seinem Begleiter (links), der fünf Jupitermassen schwer ist. Das 4,2-Meter-William-Herschel-Teleskop auf La Palma nahm im nahen Infrarot das sehr schwache Mitglied Nummer 70 (Pfeil) im Sternhaufen um Sigma Orionis (großes Foto rechts) auf.

> das den sonnenlosen Planeten TMR-1C im Sternbild Stier zeigt. Laut Nasa wurde er aus seinem Sternsystem herausgeschleudert. Doch die Skepsis der meisten Astronomen erwies sich als begründet, denn weitere Untersuchungen zeigten, dass TMR-1C ein entfernter Stern ist.

Ende der 1990er Jahre veröffentlichten verschiedene Forscherteams Aufnahmen und Spektren von kalten isolierten Objekten planetarer Masse in nahe gelegenen Sternentstehungsgebieten. Da einige Astronomen diese »Freiläufer« als leichtgewichtige Braune Zwerge klassifizieren, bleiben sie umstritten.

Mit mehr Power zum Ziel

Doch im Gegensatz zum TMR-1C-Fiasko scheint die Masse einiger dieser Objekte die des Jupiter tatsächlich nicht um mehr als das Dreifache zu übersteigen, somit handelte es sich um Planeten. Noch wissen die Forscher nichts über die Herkunft solcher Objekte, ob sie sich wie Sterne aus Gaswolken bilden oder ob sie als planetoide Embryos aus ihrem System geschleudert werden. Wie auch immer – es sind keine Planeten im herkömmlichen Sinn, da sie sich nicht im Schwerefeld eines Sterns befinden.

Die Großteleskope mit adaptiver Optik zum Ausgleich atmosphärischer Turbulenzen erlauben den Astronomen seit einiger Zeit, eine Strategie zur Abbildung von Exoplaneten zu verfolgen: Sie nehmen im Umkreis von 400 Lichtjahren mehrere Hundert junger Sterne auf. Wenn dort bereits Planeten entstanden sind, müssen sie im Infrarotlicht noch sehr hell leuchten, da sie während ihrer Entstehung aufgeheizt wurden. Erst über Millionen von Jahren strahlen sie die Hitze ins All ab. Tatsächlich könnte eine der Aufnahmen von dieser Kampagne den Wettstreit um das erste Bild eines Exoplaneten gewonnen haben.

Ein Team französischer und amerikanischer Astronomen um Gaël Chauvin von der Europäischen Südsternwarte Eso untersucht seit November 2002 junge Sterne mit Yepun, einem der vier 8,2-Meter-Spiegel des VLT in Chile (Foto rechts). Im April 2004 nahm das Team den schwachen Braunen Zwerg 2MASSW J1207334-393254, kurz 2M1207, auf. Das am 10. September 2004 veröffentlichte Bild zeigt einen hundertmal lichtschwächeren roten Punkt, genannt 2M1207b, nur 0,8 Bogensekunden vom Braunen Zwerg entfernt (Foto oben links).

»Wir wussten sofort, dass wir auf einen guten Kandidaten für einen Exoplaneten gestoßen waren«, sagt Ben Zuckerman, ein Mitglied von Chauvins Team. Aber könnte dieser Begleiter nicht auch ein Hintergrundstern sein? Die Chance für ein zufälliges Zusammentreffen zweier so kalter Objekte ist zirka eins zu eine Million. Und ein mit VLT aufgenommenes Spektrum von 2M1207b zeigt Wasserdampf in der Atmosphäre. Das weist auf planetare Temperaturen hin.

Doch welche Masse hat 2M1207b? Liegen beide Objekte in 230 Lichtjahren Entfernung zur Erde, dann entsprechen die 0,8 Bogensekunden am Himmel einem Abstand von 55 Astronomischen Einheiten (AE) – das ist weiter als von Pluto zur Sonne. Damit stehen beide zu weit auseinander, um die Masse mit der Radialgeschwindigkeitsmethode direkt zu bestimmen. Stattdessen schätzten die Forscher sie mit Hilfe von Entwicklungsmodellen ab. Diese geben an, wie Planeten oder Braune Zwerge mit der Zeit abkühlen und verblassen. Ein Körper kann seine Wärme umso länger halten, je größer er ist. Solchen Modelle zufolge hat 2M1207b die fünffache Masse Jupiters.

Trabant eines Braunen Zwergs?

Die gleiche Methode ergibt für den Braunen Zwerg 25 Jupitermassen. Die Schätzung stimmt aber nur, wenn beide Objekte tatsächlich gleich weit von uns entfernt sind. Im Januar 2005 zeigte Glenn Schneider von der University of Arizona anhand von Hubble-Beobachtungen, dass beide Objekte die gleiche Eigenbewegung haben und daher wohl tatsächlich zusammengehören.

Diesen Befund bestätigte Chauvins Team im April 2005 durch Beobachtungen mit dem VLT. Die neuen Ergebnisse senken die Wahrscheinlichkeit, dass 2M 1207b ein Hintergrundstern ist, auf eins zu eine Milliarde. »Unsere neuen Bilder zeigen ganz sicher einen Planeten. Wir haben somit die erste Aufnahme eines solchen außerhalb unseres Sonnensystems«, ist Chauvin überzeugt.

Allerdings zögern viele Forscher noch, 2M1207b einen Planeten zu nennen. Ihre Zurückhaltung rührt nicht nur daher, dass der Zentralkörper ein Brauner Zwerg und kein Stern ist. Auch der große Abstand zwischen den beiden ist ein Manko. Ihrer Auffassung nach handelt

GLOSSAR

(Exo-)Planet: Ein nicht selbstleuchtender größerer Himmelskörper, der die Sonne (beziehungsweise einen entfernten Stern) umläuft. Eine engere Definition besagt, dass sich Planeten in den Staubscheiben der jungen Sterne bilden. Im gleichen System halten sich dementsprechend alle in einer gemeinsamen Ebene auf.

Brauner Zwerg: Ein »verhinderter Stern« mit weniger als 84 Jupitermassen oder acht Prozent der Sonnenmasse; er entsteht beim Kollaps einer Gaswolke. Braune Zwerge mit mehr als 13 Jupitermassen können kurzzeitig eine Deuteriumfusion zünden.
Manche Astronomen bezeichnen kleinere Vertreter als Braune Unterzwerge, andere ziehen bei dieser Masse die Grenze zu Planeten ungeachtet des Entstehungsprozesses.

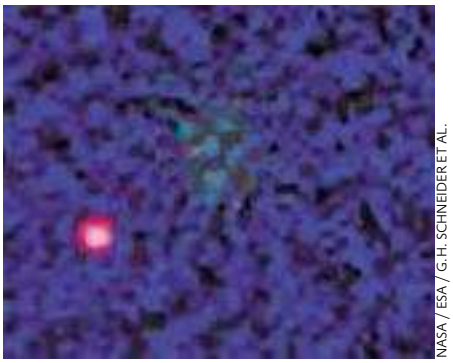
es sich eher um ein Binärsystem aus zwei leichten Braunen Zwergen. Denn das geringe Massenverhältnis von fünf zu eins und der weite Abstand von 55 Astronomischen Einheiten sind typisch für Doppelsterne. Vielleicht entstand das 2M-1207-System aus einer kollabierenden Gaswolke, die in zwei Teile zerfiel und ein 5- und ein 25-Jupitermassen-Objekt bildete.

Wenn Astronomen jedoch von Planeten reden, dann meinen sie damit Objekte, die sich aus einer Staubscheibe um einen Stern gebildet haben (siehe Glossar). Da die Scheiben um Braune Zwerge normalerweise massearm sind, ist es schwer vorstellbar, wie sich aus der von 2M 1207 ein Objekt mit fünf Jupitermassen in einem solch großen Abstand gebildet haben soll.

Was ist ein Planet?

»Wegen der eher unüblichen Bedingungen im 2M-1207-System vermuten wir, dass sich der Riesenplanet nicht so entwickelt hat wie die Planeten in unserem Sonnensystem«, räumt Chauvin ein. »Stattdessen muss er sich wie unsere Sonne gebildet haben – durch den Kollaps einer Gaswolke.«

Deshalb ist 2M 1207b für die Astronomen, die Planeten und Braune Zwerge anhand ihrer Entstehungsgeschichte unterscheiden, kein Planet. »Ich fände die Bezeichnung Brauner Unterzwerg sehr treffend«, sagt Geoffrey Marcy von der University of California, Berkeley, einer der Köpfe des Teams, das die meisten der 160 bekannten Exoplaneten entdeckt hat. »Seine im Verhältnis zum Zentralkörper große Masse und seine Bahnentfernung lassen die Klassifizierung als Planet falsch und vereinfachend erscheinen«, so Marcy weiter. »Der Name Brauner Unterzwerg dagegen signalisiert, dass er massereicher ist als ein Planet und darüber hinaus anders entstand.«



NASA / ESA / G. H. SCHNEIDER ET AL.

Hubble bestätigte mit dieser Aufnahme im nahen Infrarot, dass 2M 1207b und der Braune Zwerg (weitestgehend ausgeblendet) wirklich zusammengehören.

ESO

Yepun hat die Nase vorn
Dem im Vordergrund stehenden Teleskop des VLT-Quartetts gelang die erste Abbildung von 2M 1207b.

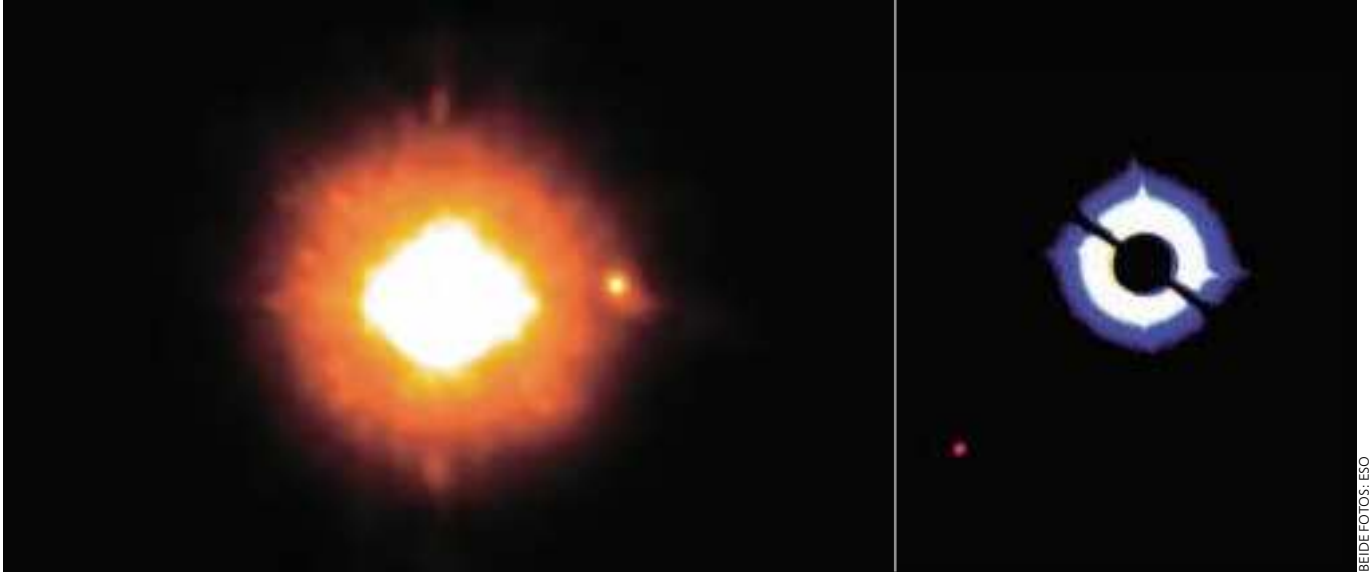
Diese Sicht teilen nicht alle Astronomen. Schließlich weiß niemand etwas über die Entstehung von 2M 1207b. Zudem erklärte die Internationale Astronomische Union IAU im Jahre 2003, dass sie eine Differenzierung von Planeten und Braunen Zwergen auf Grund ihrer Masse und nicht des Bildungsprozesses bevorzugt. Die Massengrenze lässt sich klar definieren: 13 Jupitermassen. Bei Objekten oberhalb dieser Grenze läuft während einer kurze Phase im Kern eine Deuteriumfusion ab. Kleinere Objekte haben eine zu geringe Temperatur und Dichte, um diese zu zünden.

Die Position der IAU vermeidet so die Zweideutigkeit des Entstehungsprozesses. »Massen kann man messen. Aber wie etwas vor langer Zeit entstand, lässt sich nicht herausbekommen«, sagt Zuckerman. »Was Astronomen interessiert, sind messbare Eigenschaften: chemische Zusammensetzung, Aufbau, Temperatur und Helligkeit. Es ist irrelevant, wie ein Körper gebildet wurde.«

Gibor Basri, der viele Arbeiten zu dem Problem der Klassifikation veröffentlicht hat, stimmt Zuckerman zu: »Der Planet um 2M 1207 entspricht zwar nicht den Erwartungen: Er ist zu schwer und zu weit weg. Aber mich würde die Diskussion interessieren, die losbräche, wenn er eine halbe statt fünf Jupitermassen hätte. Ab welcher Masse ist ein Brauner Unterzwerg ein Planet? Ich bevorzuge prinzipiell die einfache Definition, auch wenn sie sich nicht aus den Gegebenheiten unseres Sonnensystems ergibt.«

Sollten die Entwicklungsmodelle nicht völlig danebenliegen oder 2M 1207b wesentlich älter als die geschätzten acht Millionen Jahre sein, ist das Objekt gemäß der von der IAU bevorzugten Definition über die Masse ganz klar ein Planet. Setzt sich diese Sicht durch, dann wird Chauvins Bild in die Geschichts- und Lehrbücher eingehen.

Unabhängig von der Nomenklatur wirft 2M 1207b wichtige Fragen zur Entstehung von Sternen und Planeten auf. Im Jahr 1998 entdeckte das Team um >



BEIDE FOTOS: ESO

Das VLT-Bild von GQ Lupi (links) zeigt einen Begleiter in 0,7 Bogensekunden Abstand – umgerechnet 100 AE – von dem erst eine Million Jahre alten Stern. AB Pictoris (rechts, ebenfalls eine Yepun-Aufnahme), der mit einem Koronografen ausgeblendet wurde, hat einen Planeten oder Braunen Zwerg in 260 AE Abstand zum Begleiter.

> Marcy und seinen Kollegen Paul Butler von der Carnegie Institution in Washington zwei massereiche Begleiter um den Stern HD 168443. Diese kommen auf mindestens 7,7 beziehungsweise 17 Jupitermassen und haben Bahnen mit 0,3 und 3 AE Radius. Zwei Objekte, die ihr Zentralgestirn in der gleichen Ebene und mit Abständen von bis zu drei Astronomischen Einheiten umkreisen, lassen auf einen Ursprung schließen, der innerhalb einer Scheibe liegt, sie wären also Planeten. Dennoch sind beide, insbesondere der äußere, wesentlich massereicher als 2M 1207b.

Der Vergleich der beiden Systeme zeigt, dass sowohl der Stern- als auch der Planetenentstehungsprozess Objekte hervorbringen, deren Massenbereiche sich überschneiden. Definiert man die Objekte über ihre Herkunft, dann kann ein Planet durchaus gewichtiger sein als ein Brauner (Unter-)Zwerg. Denn warum sollte die Planetenentstehung genau bei dem Wert abbrechen, bei dem der Alternativprozess einsetzt? »Auch wenn eine Orange so schwer ist wie eine Tomate, wuchs eines an einem Zitrusgewächs und das andere an einem Nachtschattengewächs. Unsere Aufgabe ist es, die Tomaten und Orangen auseinander zu halten«, meint Carnegie-Astronom Alan Boss.

Haufenweise Kandidaten

Es gibt noch zwei weitere Teilnehmer im Rennen um das erste Exoplanetenbild. Ende April dieses Jahres veröffentlichte Chauvins Team die Aufnahme eines planetenähnlichen Begleiters des dreißig Millionen Jahre alten orangefarbenen Sterns AB Pictoris. Beide Objekte haben die gleiche Eigenbewegung, sind aber durch die riesige Entfernung von mindestens 260 AE getrennt. Gemäß den Modellen liegt der 1700 Kelvin heiße Begleiter mit 13 bis 14 Jupitermassen genau an der Grenze zwischen Planeten und Braunen Zwergen. »Falls AB Pictoris b weniger als 13 Jupitermassen besitzt, sollten wir ihn 2M 1207b als zuerst abgebildeten Exoplaneten vorziehen, denn wir haben ihn bereits im März 2003 entdeckt«, sagt Zuckerman.

Ein paar Wochen zuvor veröffentlichte das Team um Ralph Neuhäuser von der Universität Jena ein weiteres mit Yepun aufgenommenes Bild eines möglichen Exoplaneten. Dieser umkreist keinen Braunen Zwerg, sondern den Protostern GQ Lupi im Abstand von ungefähr hundert Astronomischen Einheiten. Er wurde schon 1999 von Hubble und 2002 vom japanischen 8,2-Meter-Subaru-Teleskop aufgenommen. Dadurch konnten Neuhäuser und seine Kollegen die gemeinsame Eigenbewegung bestätigen.

Das Spektrum von GQ Lupi b weist auf einen Körper mit einer Temperatur von 2000 Kelvin hin. Jedoch liegt er – wegen des geringen Alters des Systems von nur einer Million Jahren – je nach angewandtem Entwicklungsmodell irgendwo zwischen einer und knapp über vierzig Jupitermassen. Allerdings, merkt Neuhäuser an, können die Unsicherheiten in den Modellen oder den Temperaturschätzungen auch 2M 1207b in den typischen Massenbereich der Braunen Zwerge verbannen. Sollten weitere Untersuchungen zeigen, dass sich GQ Lupi b dagegen am unteren Ende der Skala befindet, könnten die Astronomen ihn als zuerst abgebildeten Exoplaneten ansehen.

Auch Neuhäuser legt den Finger auf die wunden Punkte in Bezug auf Erstentdeckung und Nomenklatur. »Was ist denn, wenn ein Objekt mit 12 Jupitermassen eines mit 14 umkreist? Ist das masseärmere dann auch ein Planet? Jedenfalls bleibt festzuhalten, dass in den Jahren 2004 und 2005 einige gute Kandidaten abgelichtet wurden und es nur eine Frage der Zeit ist, bis man sich einig ist, was nun ein Planet ist und was nicht. Und nicht vergessen: GQ Lupi b wurde schon 1999 aufgenommen!«

And the winner is …

Ein halbes Dutzend Teams macht Jagd auf Planeten und einige Kandidaten warten darauf, dass ihre gemeinsame Eigenbewegung bestätigt wird. Die Astronomen lernen jedenfalls gerade aus der Flut neuer Entdeckungen und Folgeuntersuchungen viel über die Unterschiede substellarer Objekte, die Entstehung und Gemeinsamkeiten von Planeten. Diese neuen Informationen festigen das Wissen über diese Himmelskörper und irgendwann wird sich das »Foto-Finish« entscheiden. Vielleicht ist es ja eine der Aufnahmen auf diesen Seiten, die in die Geschichte eingehen und in künftigen Lehrbüchern als erstes Foto eines fernen Planeten verewigt wird. <<

Robert Naeye bevorzugt die Definition von Planeten über ihre Entstehung und nicht über ihre Masse.

Pegasus, das geflügelte Pferd

Warum fliegt ein Pferd kopfüber am Herbsthimmel? Und was hat es mit dem »Ganz Großen Wagen« auf sich?

>> Tony Flanders

AUS: JOHANNES HEVELIUS, FIRMAMENTUM SOBIESCIANUM, 1690

Nur die Vorderbeine, Kopf und Brust des Flügelrosses Pegasus sieht man am Himmel. Letztere ist als Herbstviereck gut bekannt.

Wer regelmäßig nach den Sternen schaut, wundert sich vielleicht, warum es am Herbsthimmel nachts weniger stark glitzert als in Sommernächten. Die Bedingungen sind grundsätzlich nicht schlechter als im Hochsommer. Im Gegenteil, im Herbst strömt klare und frische Luft in viele Gegenden der Erde. Doch die hellsten Sterne – jene der 1. Größenklasse, nach der Einteilung des griechischen Astronomen Hipparchos – sind vor allem am Sommer- und Winterhimmel vertreten.

Anfang September stehen die strahlenden 1.-Größe-Sterne des Sommerdreiecks noch hoch im Süden, doch im Lauf der Zeit sinken sie immer tiefer in den Westen. Sie bilden den Mittelpunkt einer riesigen Konstellation aus Sternen 2. Größe, die zwar nicht ganz so stark leuchten, aber trotzdem selbst bei starkem Dunst und städtischer Lichtverschmutzung noch zu erkennen sind. Diese Formation sieht aus wie ein Sternbild – ist aber keins. Sie ist auf allen Sternkarten eingezeichnet, in Büchern jedoch selten beschrieben. Und obwohl jeder Astronom sie leicht ausmachen kann, ist sie keine Konstellation mit offiziellem Namen.

George Lovi, Autor zahlreicher Astronomiebücher und Sky & Telescope-Kolumnist, nannte das große Gebilde den Andromegasus Dipper, weil es sich aus Teilen der Sternbilder Andromeda und Pegasus zusammensetzt.

Griechische Mythen beherrschen den Herbsthimmel

Zwar ist es geformt wie der Kleine Wagen (auf Englisch: Little Dipper), erstreckt sich jedoch über ein Viertel des gesamten Himmels. Deshalb nenne ich es Really Big Dipper, den Ganz Großen Wagen. Dipper bedeutet allerdings wörtlich übersetzt Schöpfkelle – die angelsächsische Bezeichnung hat mit der deutschen Vorstellung vom Leiterwagen nichts gemein.

Im Hochsommer taucht der Ganz Große Wagen am östlichen Horizont auf. Anschließend bleibt er bis in den Winter hinein sichtbar. Andromeda und Pegasus gehören sowohl in der griechischen Mythologie als auch am Sternhimmel zusammen: Sie sind Mitglieder der großen Perseus-Familie, die im Herbst und frühen Winter den Nachthimmel beherrscht. Dazu zählen noch Kassiopeia, Kepheus, der Walfisch (»Cetus«) und Perseus selbst.

Der Sage nach sollte Andromeda, die Tochter des äthiopischen Königs Kepheus, geopfert werden, weil ihre Mutter Kassiopeia damit geprahlt hatte, das Mädchen sei schöner als die Meeresnymphen (Nereiden). Das erzürnte den Meeresgott Poseidon dermaßen, dass er Cetus, ein Ungeheuer in Form eines Walfischs, auf die Schöne hetzte. Der Halbgott Perseus rettete sie in letzter Sekunde und heiratete sie.

Wie so oft bei den alten Griechen ist das nur eine Version der Geschichte. Fest steht jedenfalls, dass Perseus vor der Rettung Andromedas die schreckliche Medusa erlegte (vergleiche Illustration auf S. 28). Sie soll so Furcht erregend gewesen sein, dass jeder bei ihrem Anblick zu Stein erstarrte. Als Perseus der Medusa den Kopf abschlug, fiel ein Tropfen Blut ins Meer. Daraus entstand Pegasus, ein

wunderschönes Ross mit Flügeln. Nach einer anderen Version entsprangen Pegasus und der Krieger Chrysaor Medusas Leichnam. Der Held Bellerophon vollbrachte später mit dem geflügelten Pferd viele große Taten. Doch schließlich wurde Bellerophon übermütig und fasste einen wahnwitzigen Entschluss: Er versuchte, mit Pegasus zum Berg Olymp zu fliegen, dem Sitz der Götter. Der Göttervater Zeus entsandte daraufhin eine Pferdebremse, die das Ross stach. Pegasus bäumte sich vor Schmerzen auf, warf seinen Reiter ab und flog allein weiter. Deshalb ist er noch heute am Nachthimmel zu sehen – ohne Bellerophon.

Pegasus ist ein eindrückliches Sternbild, aber mir fiel es immer schwer, in ihm ein Pferd zu erkennen. Zum einen fliegt es kopfüber, worüber man eventuell hinwegsehen kann, wenn man bedenkt, dass auch Flugzeuge Loopings fliegen können. Vielleicht sehen wir Pegasus ja genau im Moment nach dem Stich der Bremse – und in dieser Position ist es kein Wunder, dass Bellerophon aus dem Sattel fiel.

Ein Diener zweier Herren

Aber hinzu kommt, dass das Sternbild nicht das ganze Tier zeigt, sondern nur Brust, Kopf und Vorderbeine. Die Brust des Pferds ist besser bekannt als Herbstviereck. Es bildet die Ladefläche des Ganz Großen Wagens. Merkwürdigerweise gehört der hellste Stern des Herbstvierecks zu Andromeda und nicht zu Pegasus, heißt aber Alpheratz, was vom arabischen al-faraz (Pferd) stammt. Über Jahrtausende hatten Astronomen kein Problem damit, diesen Stern beiden Konstellationen zuzurechnen. Aber in den 1920er Jahren entschied die Internationale Astronomische Union (IAU), dass jeder Punkt am Himmel nur zu einem Sternbild gehören darf – eine praktische, aber etwas bürokratische Entscheidung, die im Gegensatz zur Tradition steht.

Zum Glück hat das Andromegasus-Sternmuster keinen offiziellen Status, weshalb wir es aufzeichnen und nennen können, wie wir wollen. Und wir rechnen nach wie vor Sterne mehreren Konstellationen zu, wenn es uns hilfreich erscheint.

Alle Sterne südlich von Pegasus leuchten schwächer – mit zwei Ausnahmen. Wenn Sie von der linken Ecke des Großen Vierecks aus weit hinunter in Richtung Horizont blicken, stoßen Sie auf Deneb Kaitos (2. Größe), der den Schwanz von Cetus, dem Seeungeheuer bildet. Noch ein Stückchen weiter unterhalb der rechten Ecke des Großen Vierecks steht Fomalhaut, der einzige Stern 1. Größe in diesem Himmelssektor. Im September liegen diese Sterne noch unter dem Horizont, aber Anfang Oktober sind sie rechts vom Herbstviereck zu sehen (siehe Sterntafel auf S. 50).

Wenn der Himmel richtig dunkel ist, können Sie die Fische (»Pisces«) erkennen – mit dem niedlichen kleinen Fünfeck aus Sternen, das auch als das Sternmuster »Circlet« fungiert. Dieser Asterismus liegt direkt unter dem Großen Viereck, wie die Karte unten zeigt. Schauen Sie vom Kopf des geflügelten Pferds aus vorbei am hellen Stern Enif (arabisch für Nase), dann erreichen Sie den Delfin, eines meiner Lieblingssternbilder. Wie die Fische leuchtet auch er ziemlich schwach, doch wenn die Lichtverhältnisse es zulassen, wird er Ihnen sofort ins Auge fallen – als winziger Diamant mit einem verlängerten Schwanz nach rechts unten.

Wenn Sie glauben, den Delfin zu sehen, sich aber nicht sicher sind, schauen Sie doch einmal durchs Fernglas. Sterne, die mit bloßem Auge fast unsichtbar sind, erscheinen schon bei leichter Vergrößerung hell und deutlich. Zur Verfolgung schwacher Sternmuster oder unter stark lichtverschmutztem Himmel sind Ferngläser jedoch kaum zu gebrauchen.

Vollständig im Feldstecher

Außerdem lässt sich mit diesen optischen Hilfsmitteln meistens nur ein winziger Ausschnitt eines Sternbilds heranholen. Der Delfin stellt eine Ausnahme dar – er ist so kompakt, dass er bei den meisten Ferngläsern vollständig ins Gesichtsfeld passt. Der Glanz seiner fünf Hauptsterne kommt dabei besonders gut zur Geltung, weil im Hintergrund ein Dutzend schwächerer Sterne zu erkennen sind. Auch das Fünfeck der Fische ist ein lohnenswertes Feldstecherobjekt.

Obwohl der Ganz Große Wagen keine hervorstechend hellen Sterne zu bieten hat, ist er so groß und deutlich geformt, dass Sie ihn unter allen Sichtbedingungen leicht auffinden können. Wenn Sie dieses Sternmuster erst einmal kennen, erschließt sich der Rest des Herbsthimmels wie von selbst. <<

Tony Flanders »entdeckte« den Ganz Großen Wagen vor dreißig Jahren, als er nach der Andromedagalaxie M 31 Ausschau hielt.

Herbstlicher Wegweiser

Die Linie von den Ohren des himmlischen Pferds zu seinen Nüstern führt Sie zum Delfin; direkt unter dem Großen Viereck liegt das Fische-Fünfeck.

Der große Andromedanebel

Erforschen Sie die Schwestergalaxie unserer Milchstraße – Sie werden das Universum mit ganz anderen Augen sehen.

>> Joshua Roth

Vor langer Zeit, in einer Galaxie, weit weit entfernt …« Der Anfang von George Lucas' bahnbrechendem Sciencefiction-Epos »Krieg der Sterne« ist uns inzwischen so geläufig, dass er fast schon den Rang eines Sprichworts hat. Allerdings können wir weder zu anderen Galaxien noch in die Vergangenheit reisen. Doch schon mit einem kleinen Fernrohr sehen Sie die weit entfernten Sterninseln so, wie sie beschaffen waren, lange bevor der erste Mensch zum Himmel aufschaute.

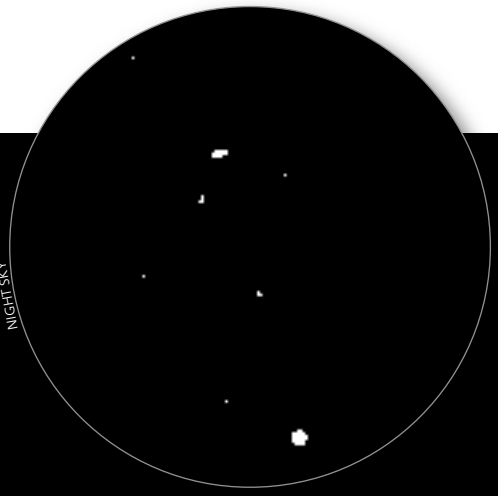
Der griechische Begriff »galaxias kuhlos« bedeutet Kreis aus Milch. Daher wurde das Wort Galaxis lange Zeit nur für das verschwommene Lichtband benutzt, das wir gemeinhin Milchstraße nennen. Wenn wir uns ihren Bogen über unseren Köpfen ansehen, so beobachten wir in Wirklichkeit eine riesige, scheibenförmige Ansammlung von Sternen, Staub und Gas von unserer Position mitten in der Scheibe.

Unsere galaktische Heimat

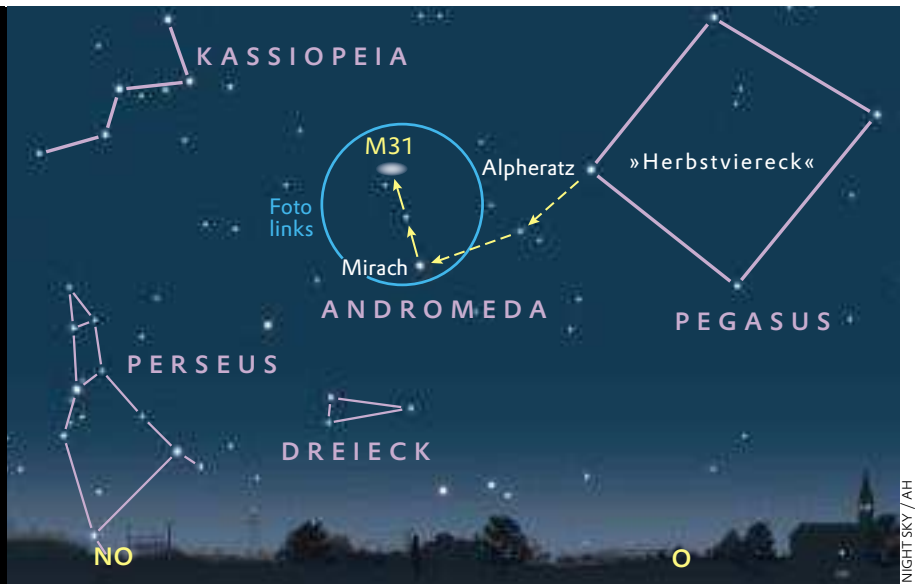
Jeder Stern, der zu einem der 88 Sternbilder gehört, liegt in unserer Milchstraße, typischerweise einige Dutzend bis einige hundert Lichtjahre von der Erde entfernt. Die offenen und die Kugelsternhaufen, die Sie durch ein kleines Teleskop sehen können, gehören ebenfalls zur Galaxis, auch wenn einige davon so weit entfernt sind, dass ihr Licht mehrere tausend Jahre unterwegs ist, bevor es uns erreicht.

Ursprünglich dachten die Astronomen, unsere Milchstraße sei die Grenze des beobachtbaren Universums. Doch heute wissen wir, dass sie nur eine von Milliarden Sterninseln ist, so wie unsere Sonne nur einer der Milliarden Sterne unserer Galaxis ist. Die uns nächste große Sternenstadt ist die Andromeda-Galaxie in einer Distanz von 2,7 Millionen Lichtjahren.

Trotz ihrer großen Entfernung können Sie den Andromedanebel – auch als Messier 31 (M31) oder NGC 224 bekannt – schon mit bloßem Auge sehen. Abd al-Rahman al-Sufi (903–986 n. Chr., siehe S. 28) beobachtete den länglichen Schimmer von Bagdad aus – und zwar Jahrhunderte, bevor das Teleskop erfunden wurde. Vor achtzig Jahren veränderte die Untersuchung von M31 dann das kos-

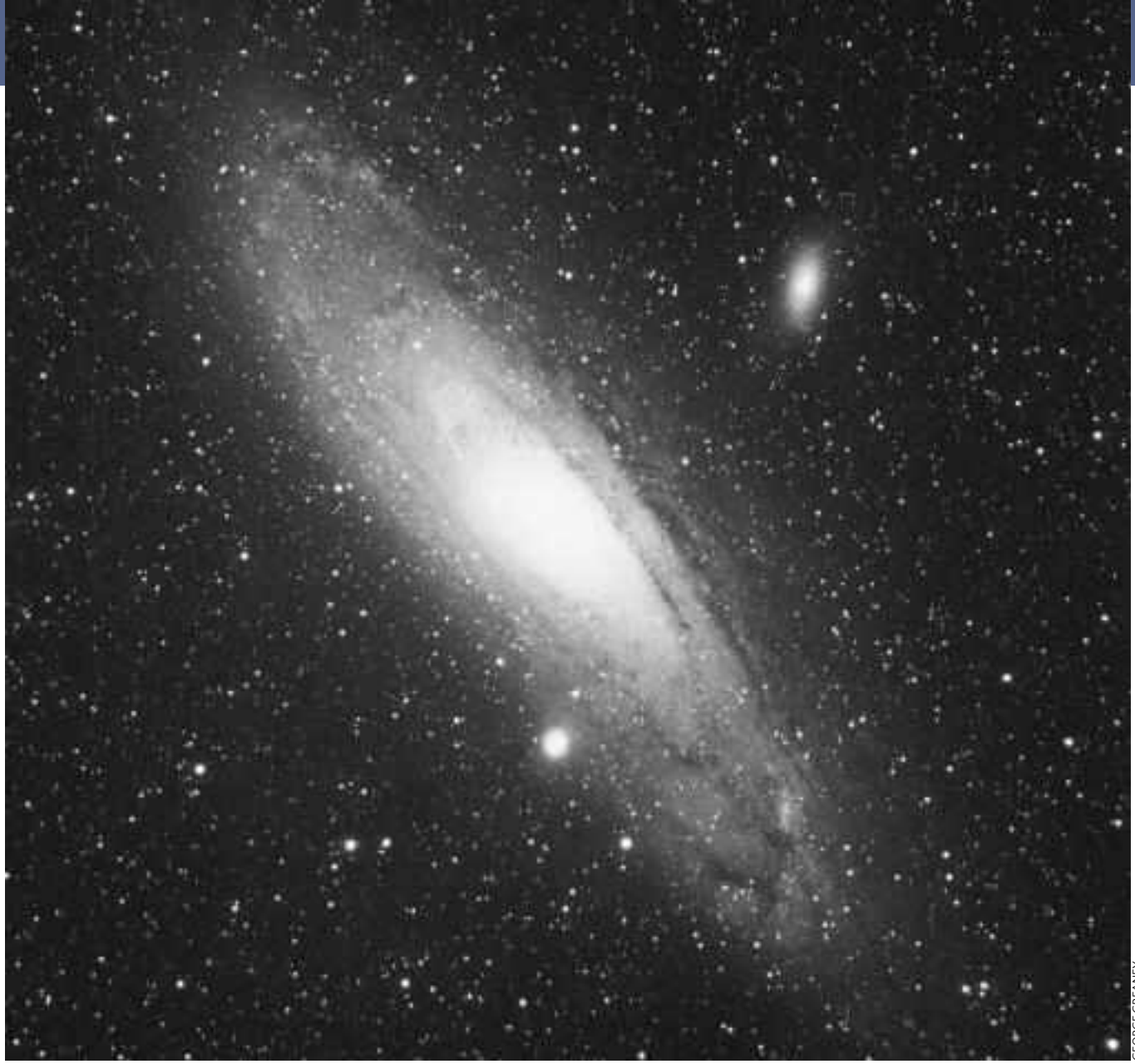


NIGHT SKY



NIGHT SKY / AH

In der Abenddämmerung finden Sie zu M31 wie auf der Karte rechts eingezeichnet (Pfeile). Bei völliger Finsternis bietet sich Ihnen ein Anblick ähnlich dem obigen Foto.



GEORGE GREANEY

mologische Weltbild der Menschheit und bewirkte den größten Gedankensprung, seit Kopernikus die Planeten auf Bahnen um die Sonne setzte.

Al-Sufi nannte die Andromeda-Galaxie seinerzeit »kleine Wolke«, und in Viktorianischer Zeit wurde das Objekt als Andromedanebel bekannt. Bis vor nicht allzu langer Zeit nannten Astronomen alles, was durch ein Teleskop nicht nach Stern oder Planet aussah, Wolke, lateinisch Nebula. Heutzutage wird dieser Begriff streng genommen nur noch für Gaswolken geringer Dichte verwendet, die wie kosmische Neonlampen leuchten oder Sternlicht reflektieren.

Meist gilt Edwin Hubble als derjenige, der in den 1920er Jahren bewies, dass der Andromedanebel eine eigene Galaxie ist, ein »Insel-Universum«, bestehend aus Milliarden von Sternen. Doch schon im 19. Jahrhundert hatten Forscher Aufnahmen von M 31 gemacht, die einzelne sternartige Punkte im Nebel zeigten. Viele der einflussreichsten Astronomen bezweifelten allerdings, dass diese Punkte wirklich Sterne darstellten. Ihrer Ansicht nach lag der Andromedanebel innerhalb unserer Galaxis und wäre demnach auch viel kleiner als diese. Und natürlich gelte dasselbe Argument auch für die vielen anderen ausgedehnten Nebel, die von den Astronomen bis dato katalogisiert wurden.

Das Ende aller Zweifel

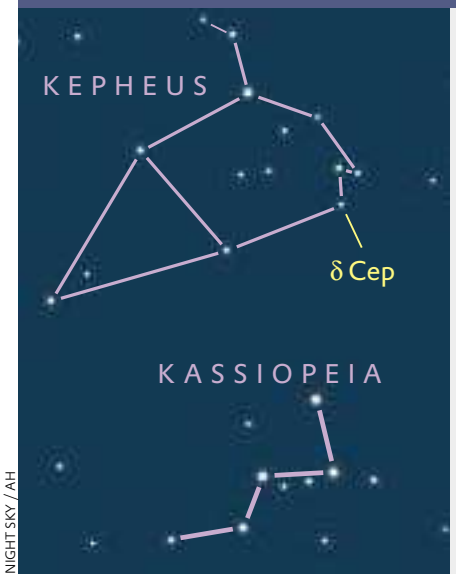
Hubble beendete die Debatte, indem er die Andromeda-Galaxie wiederholt mit dem Hundert-Zoll-Teleskop auf Mount Wilson in Kalifornien fotografierte. In der gesprenkelten Scheibe fand er mehrere Delta-Cepheiden-Sterne. Das sind leuchtstarke Veränderliche, deren Helligkeit mit hoher Regelmäßigkeit und abhängig von ihrer Masse und Leuchtkraft schwankt. Kurz vorher hatte die Astronomin Henrietta Leavitt gezeigt, dass sie sich deshalb gut dafür eignen, kosmische Entfernungen zu vermessen (siehe Kasten S. 46 oben und AH Juni 2005, S. 30)

Hubbles Entdeckung bewies, dass sich der »kleine Andromedanebel« in 900 000 Lichtjahren Distanz zur Erde befindet – also zehn Milchstraßendurchmesser weit weg – und damit fast genauso groß ist wie unsere eigene Galaxis. >

Der Andromedanebel M 31

ist die Schwestergalaxie unserer Milchstraße: Beide haben eine flache Scheibe aus blauen jungen Sternen und einen Kern aus alten gelben Sternen, den »Bulge«. Sie drehen sich in Millionen von Jahren wie riesige kosmische Wirbelstürme.

Erklimmen Sie eine Sprosse der kosmischen Entfernungsleiter



NIGHT SKY / AH

In Herbstnächten steht das Sternbild Kepheus fast direkt über unseren Köpfen. Delta Cephei (δ Cep, Foto S. 48) ist der Prototyp der veränderlichen Sterne, die Edwin Hubble in den 1920er Jahren zur kosmischen Entfernungsmessung verwendete. Er verdoppelt seine Helligkeit alle fünf Tage und wird dann wieder schwächer.

Mit bloßem Auge oder einem Feldstecher können Sie den Stern eine Woche lang mit seinen Nachbarn vergleichen um die Änderung zu beobachten. Diese Schwankungen wurden zuerst im Jahr 1794 vom englischen Amateurastronomen John Goodricke bemerkt, der eine ganze Reihe von Veränderlichen entdeckte.

> Doch waren seine Ergebnisse nicht sehr präzise. Die folgenden Messungen verschoben die Andromeda-Galaxie auf die dreifache Entfernung, was bedeutet, dass sie größer, heller und massereicher ist als die Milchstraße.

Die Cepheiden-Methode offenbarte Hubble im Jahre 1929 etwas, was ihn noch viel mehr erstaunte als ein Universum voller Galaxien: Er entdeckte, dass sich alle Galaxien im Universum von uns und damit auch voneinander entfernen. Das lässt sich folgendermaßen erklären: Der Kosmos dehnt sich als Folge einer ursprünglichen Explosion – dem Urknall – aus (AH April 2004, S. 22).

Wollen Sie die Galaxie, die eine solch herausragende Rolle in der Geschichte der Astronomie gespielt hat, persönlich kennen lernen? Wenn der Herbsthimmel das nächste Mal klar ist, gehen Sie hinaus und schauen Sie nach Osten. Mit der Karte unten auf S. 44 können Sie Andromeda leicht finden.

Was werden Sie mit einem Teleskop oder einem Fernglas sehen? Zunächst wohl nicht viel mehr als ein fahles, diffuses Oval. So erscheint M31 von einer lichtverschmutzten Position aus oder während einer mondhellen Nacht. Doch geben Sie die Suche nach feineren Details nicht auf. Denn sie ist durch ein Sucherfernrohr größer und deutlicher zu sehen als die meisten anderen Galaxien in einem Sechs- oder gar Zwölfzöller. Ihre spindelartige Form können Sie auch bei recht hellem Himmel und mit einem kleinen Fernrohr ausmachen.

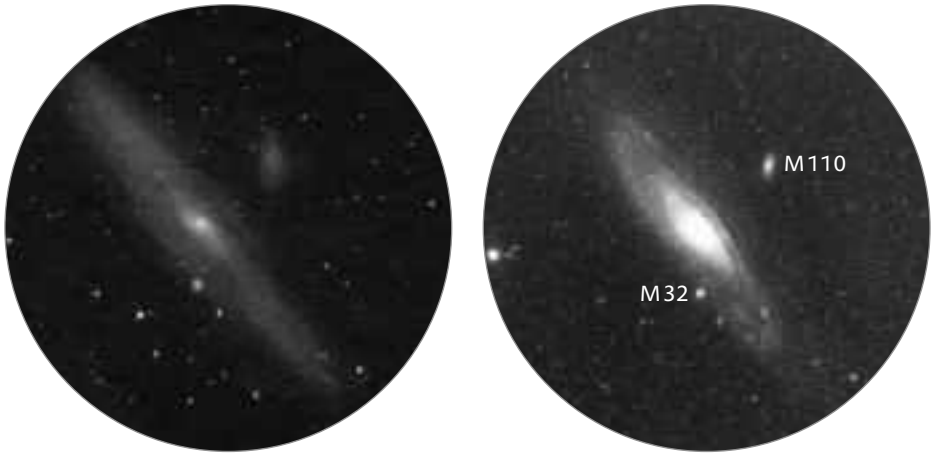
Reich an Details

Mit ausreichend Geduld und bei wenig störendem Streulicht gibt es viel in M31 zu entdecken. Betrachten Sie das wunderschöne Foto von George Greaney auf S. 45. Aber erwarten Sie nicht gleich dieselbe Pracht, wenn Sie am Okular stehen – kein Teleskop wird Ihrem Auge das bläulich Leuchten neugeborener Sterne in der Scheibe von M31 im Kontrast zum gelblichen Schimmer der mehreren Milliarden Jahre alten Sterne des Zentralbereichs zeigen. Die Galaxie wird grau erscheinen (AH 1-2/2005, S. 70).

Schauen Sie sich das Foto genau an. Sehen Sie die beiden dunklen Streifen, die die Galaxie im Nordwesten zerteilen? Im Bild liegen sie rechts oben, doch ist die Galaxie in Ihrem Okular vielleicht anders orientiert (AH März 2005, S. 64). Diese dunklen Streifen sind Bänder von staubdurchzogenem Gas, die durch Störungen innerhalb der Scheibe gebildet werden. Da diese innen schneller rotiert als außen, wickeln sie sich um den Galaxienkern. Innerhalb der Staub- und Gasbänder werden ständig neue Sterne geboren. Sie erhalten das blaue Leuchten der Scheibe aufrecht und prägen ihr ein Spiralmuster auf – daher die Bezeichnung Spiralgalaxie.

Da wir jedoch nicht durch die Staubbänder sehen können, erscheinen sie uns im Okular wie Schatten. Man kann das innerste Staubband mit einem Sechs-Zoll-Spiegelteleskop erahnen, bei sehr dunklem Himmel sogar beide mit einem qualitativ hochwertigem Vier-Zoll-Refraktor.

Sie sehen durch Ihr Fernrohr noch nicht mal ein dunkles Band? Versuchen Sie es weiter! Auch wenn die Bänder nach mehreren Minuten geduldigen Beobachtens bei verschiedenen Vergrößerungen immer noch nicht zu sehen sind, können Sie Ihren Augen auf die Sprünge helfen. Wie? Die südwestliche Ecke der Galaxie – auf dem Foto auf S. 45 links unten – verschwindet langsam im Himmelshintergrund, während die nordwestliche Kante durch das Staubband, das das Licht der Galaxie verschluckt, hart abreißt. Diese kleine Unregelmäßigkeit hat Sue French schon mit einem Vierzöller beobachtet (Zeichnung unten links). Bei dunklem Himmel könnten Sie dieses Detail bereits mit einem Feldstecher sehen.



LINKS: SUE FRENCH; RECHTS: HANS VEHRENBERG

M31 und ihre Begleiter
M110 und M32 als Zeichnung – links nach einer Beobachtung mit einem Vier-Zoll-Refraktor bei 17facher Vergrößerung, rechts ein Foto im gleichen Maßstab.

Um Messier 110 (M 110), eine der beiden großen Satellitengalaxien von M 31 (Foto S. 46 unten rechts), zu beobachten, benötigen Sie ebenfalls einen ziemlich dunklen Himmel. Ich habe M 110 sowohl mit einem 8×40-Feldstecher als auch mit einem 2½-Zoll-Refraktor gesehen.

Die zweite von Andromedas kleinen Begleitgalaxien, M 32, behauptet sich sogar gegen mittlere Lichtverschmutzung, doch benötigen Sie eine recht hohe Vergrößerung um erkennen zu können, dass Sie da keinen Stern betrachten. Da M 32 und M 110 die gleiche Gesamtmenge an Licht aussenden, sind sie Musterbeispiele dafür, dass es manchmal unterschiedlich schwer ist, eine Galaxie zu sehen.

Als große Spirale in unserem kosmischen Hinterhof »ist M 31 besonders gut mit all den Dingen ausgestattet, die von Astronomen erst aus der Nähe untersucht werden müssen, bevor sie darauf hoffen können, die Galaxien weiter draußen im Universum zu verstehen«, so die beiden Forscher William Waller und Paul Hodge.

Doppelt so weit entfernt

Darum bleibt sie die erste Adresse für neue Entdeckungen. Zurzeit haben Astronomen das gigantische Schwarze Loch in ihrem Zentrum im Visier. Und erst letztes Jahr beobachtete das Hubble-Weltraumteleskop lange und ausgiebig den Halo der Galaxie – eine Aura aus Sternen rund um die Spirale, die auf Fotos nicht zu sehen ist.

Überraschenderweise scheinen die neu entdeckten Sterne in Andromedas Halo zwischen 6 und 13 Milliarden Jahre alt zu sein. Sie sind also über eine sehr lange Zeitspanne hinweg entstanden. Der Halo unserer Milchstraße dagegen hat sich seit der Zeit zwischen zwei und drei Milliarden Jahren nach dem Urknall kaum mehr verändert. M 31 muss also einige Zwerggalaxien wie M 32 und M 110 geschluckt haben, um zu einer solchen Vielfalt jüngerer Halosterne zu kommen.

Auch haben jüngste Messungen ergeben, dass Andromeda sich mehr als doppelt so weit ins All erstreckt wie bisher angenommen – über insgesamt sechs Grad am Himmel, das entspricht zwölf Vollmondscheiben (AH September 2005, S. 10). »Die Leute erwarten zu Unrecht nichts Neues mehr von M 31«, sagt Hodge. Doch bleibt die Andromeda-Galaxie für Amateurbeobachter und Profis gleichermaßen der kosmologische »Stein von Rosetta«. <<

Joshua Roth hat Spiralgalaxien mit jedem Instrumententyp beobachtet – von einem Opernglas bis hin zum Fünf-Meter-Spiegel auf dem Mount Palomar.

FELDSTECHERTIPP

Bewegung im Sternhaufen

Während des letzten Herbstmonats, im November, stehen die Sternbilder der Perseuslegende Kepheus, Kassiopeia, Andromeda, Walfisch und Perseus hoch am nächtlichen Himmel (S. 48). In der Schatzkammer dieser »königlichen Familie« ist ein Juwel verborgen, das sich besonders für die Beobachtung mit dem Feldstecher anbietet: Melotte 20 (kurz: Mel 20), der Perseus-Bewegungshaufen. Die fünfzig bis siebzig jungen Sonnen dieses offenen Sternhaufens sind leicht zu finden, denn Mirphak (Alpha Persei, α Per), der hellste Stern dieser Ansammlung, ist auch gleichzeitig mit 1,8ter Größe der hellste Stern im Perseus (S. 28). Gemeinsam bewegen sich die Mitglieder des etwa drei Grad großen Sternhaufens in Richtung Pegasus (S. 42) durch den Raum.

Auf Grund der geringen Entfernung von nur etwa sechshundert Lichtjahren können Sie an einem sehr dunklen Standort etliche Sterne von Mel 20 schon mit dem bloßen Auge erkennen. Am markantesten ist dabei das Gebiet südlich von Mirphak, da dort die hellsten Sonnen des Haufens liegen. Auch wenn sich Ihr Beobachtungsplatz in der Vorstadt befindet, sollten Sie den Sternhaufen ins Visier nehmen. Denn der Blick durch den Feldstecher offenbart die ganze Schönheit der meist bläulich weißen Sonnen – mit einem strahlenden Mirphak in ihrer Mitte. Auffällig ist auch eine mehrfach geschwungene Sternenkette, die sich dort beginnend in südlicher Richtung erstreckt.

Schon ein 30- oder 40-Millimeter-Feldstecher mit geringer Vergrößerung ist für eine erfolgreiche Beobachtung ausreichend und bei 50 Millimetern kommen Sie in den Genuss von mehr als fünfzig Sternen unterschiedlicher Helligkeit. Aber auch ein Versuch mit höheren Vergrößerungen ist lohnend, wenn auch der Gesamteindruck durch das kleine Gesichtsfeld dabei leicht verloren geht. **>> Lambert Spix**

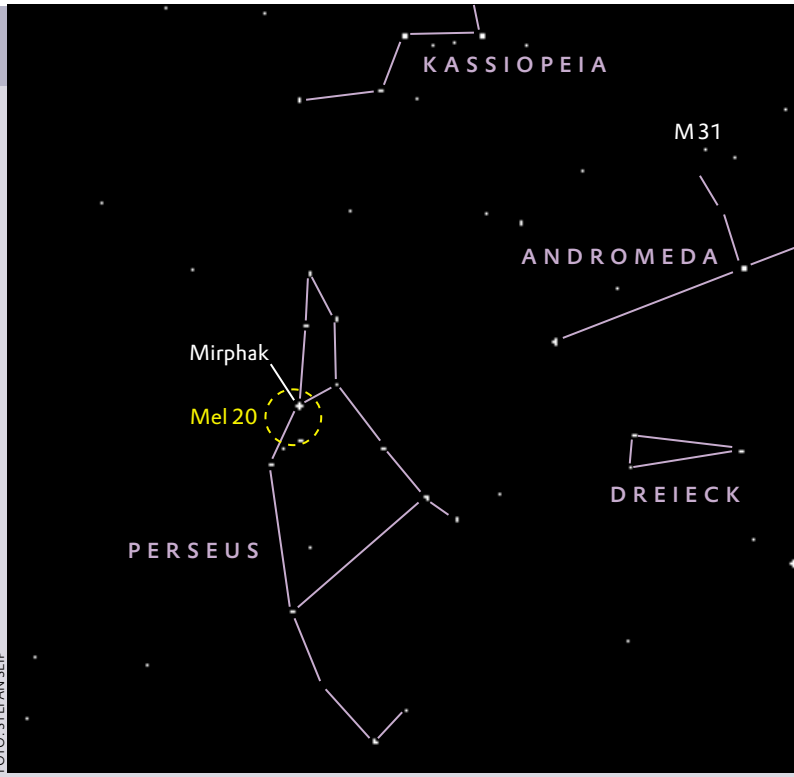


FOTO: STEFAN SEIP

Genau im Zenit finden Sie zu den Uhrzeiten, für die die Übersichtskarten der Seiten 50 und 51 erstellt wurden, den Perseus-Bewegungshaufen Melotte 20 (Kreis).

S&T / AH

Himmlische k. u. k. Monarchie

Kepheus und Kassiopeia drehen eine königliche Runde um den Himmelsnordpol.

>> Fred Schaaf

Von Süden bis Westen erstrecken sich die unauffälligen, »maritimen« Sternbilder Walfisch, (der Fluss) Eridanus, Fische und Wassermann am Horizont entlang. Das Thema in diesem Monat ist jedoch ein Paar, das zurzeit den Nordwesten beherrscht. Dabei ist »herrschen« wörtlich zu nehmen, gemeint ist nämlich das äthiopische Königspaar Kassiopeia und Kepheus.

In der griechischen Mythologie sind sie die Eltern der Prinzessin Andromeda. Die Legende erzählt außerdem von den Heldentaten des Perseus, dessen geflügeltem Pferd Pegasus und dem monströsen Walfisch (»Cetus«, siehe auch S. 42). Ausgangspunkt dieser Erzählung ist die Eitelkeit der schönen Königin und auch an unserem Nachthimmel ist die strahlende Kassiopeia ein echter Hingucker.

Früher sahen Himmelsbeobachter in der Anordnung von Kassiopeias Hauptsternen einen Thron. Heutzutage bezeichnen wir sie für gewöhnlich als Himmels-W oder -M je nachdem, ob sie im Frühling in Horizont- oder im Herbst in Zenitnähe steht. Zusammen mit Orion, dem Schwan und dem Großen Wagen ist dies eines der bekanntesten Sternmuster am Nordhimmel.

Der wesentlich unauffälligere Kepheus kann aber mit einigen höchst interessanten Objekten aufwarten. Eines davon ist der pulsierende Stern Delta Cephei (δ Cep, Kasten S. 46 oben). Seine scheinbare Helligkeit schwankt zwischen 3,5ter und 4,4ter Größe, wobei eine Periode genau 5 Tage, 8 Stunden und 48 Minuten dauert. Ein anderer faszinierender Stern ist My Cephei (Cep), ebenfalls ein veränderlicher Stern, der jedoch wesentlich langsamer pulsiert. Er besitzt eine außergewöhnlich rötliche oder tief orangefarbene Tönung, die ihm auch den Namen Herschels Granatapfelstern einbrachte. Sie können die Farbe des gewaltigen Überriesen schon mit dem Fernglas oder einem kleinen Teleskop recht gut erkennen.

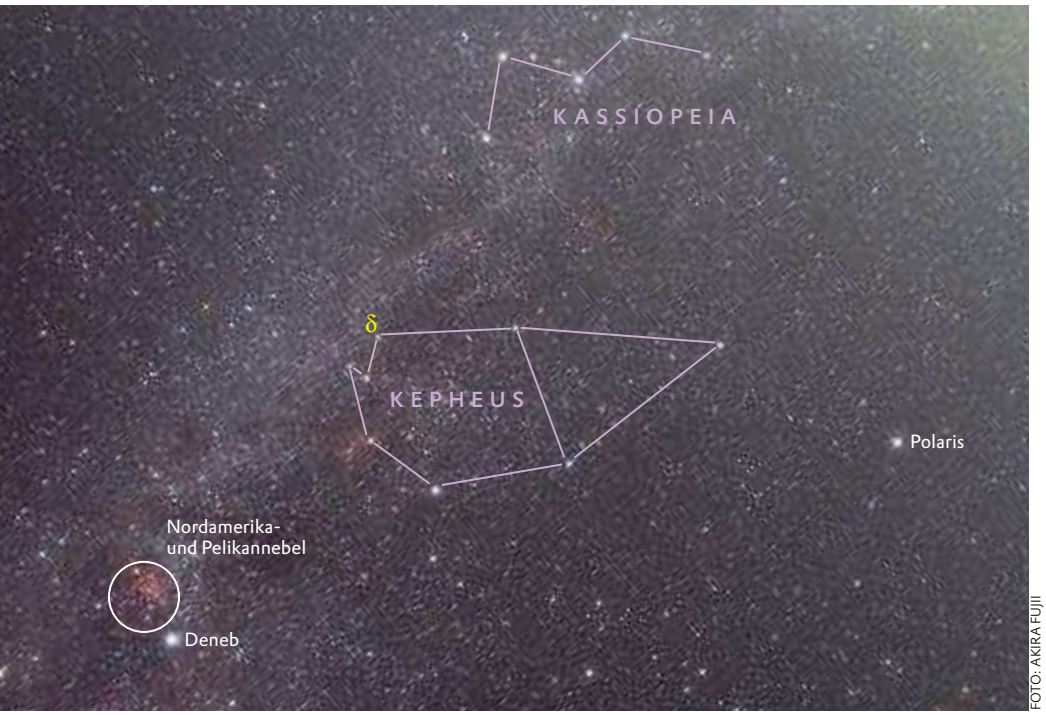


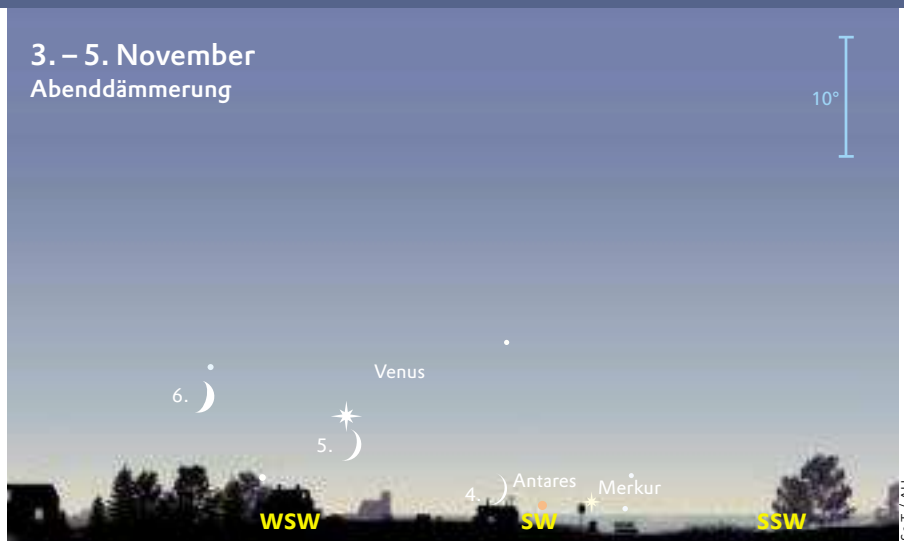
FOTO: AKIRA FUJII

Hoch im Norden steht nach Sonnenuntergang das sagenhafte Ehepaar Kepheus und Kassiopeia. Ersterer erinnert von der Form her an ein Haus.

Planeten im November

Merkur macht sich diesen Monat sehr rar. Eine gute halbe Stunde nach Sonnenuntergang befindet er sich knapp über dem Südwesthorizont. In der ersten Novemberwoche können wir ihn dort noch mit einem Fernglas erspähen, während er sich in der zweiten Woche bereits vollständig unseren Blicken entzieht.

Venus steht links oberhalb von Merkur, also ebenfalls tief im Südsüdwesten. Beide haben zufälligerweise am 3. November ihre größte Elongation, ihren maximalen Winkelabstand zur Sonne. Anschließend steigt Venus immer höher



Das Monatspanorama zeigt Phasen und Positionen des Monds vom 1. bis zum 27. November. Die Pfeile kennzeichnen die Bewegungen von Sonne und Planeten vor den Fixsternen von Monatsanfang bis -ende. Die untere Leiste gibt die ungefähre Ortszeit an, wann der darüberliegende Bereich zur Monatsmitte im Süden steht.

Selbst Murmeltiere werden diese Ereignisse nicht verpassen: Denn sie finden abends gegen 17.30 Uhr (links) und morgens gegen 7 Uhr statt (rechts).

und ihr Scheibchen wird den ganzen Monat hindurch größer.

Mars erreicht seine Opposition am 7. November (AH Oktober 2005, S. 38). Er steht dann von der Erde aus gesehen der Sonne genau gegenüber und ist dementsprechend die ganze Nacht lang sichtbar. Seine Helligkeit ist immer noch bei –2,3ter Größe und sein Durchmesser nahezu unverändert bei zwanzig Bogensekunden wie bei seiner geringsten Entfernung zur Erde. Er klettert den ganzen Monat über immer höher. Die besten Beobachtungsbedingungen haben Sie spät am Abend, wenn er seine höchste Position erreicht. Zurzeit zeigt seine Südhalbkugel auf uns zu, die Marsjahreszeit entspricht unserem Spätsommer. Dadurch ist die Eiskappe an seinem Südpol gewöhnlich auf ein Minimum zusammengeschmolzen. In der ersten Novemberhälfte haben wir abends freie Sicht auf den wohl bekanntesten dunklen Fleck auf dem Roten Planeten: Syrtis Maior.

Saturn befindet sich mitten im Krebs (»Cancer«, Cnc, Übersichtskarte S. 51). Er geht am Monatsanfang gegen 23 Uhr auf, am Monatsende bereits gegen 21 Uhr. Versuchen Sie einmal, mit einem Teleskop den Schatten zu entdecken, den seine Kugel auf die Ringe wirft. Am besten erkennen Sie ihn direkt am westlichen Rand des Planetenscheibchens.

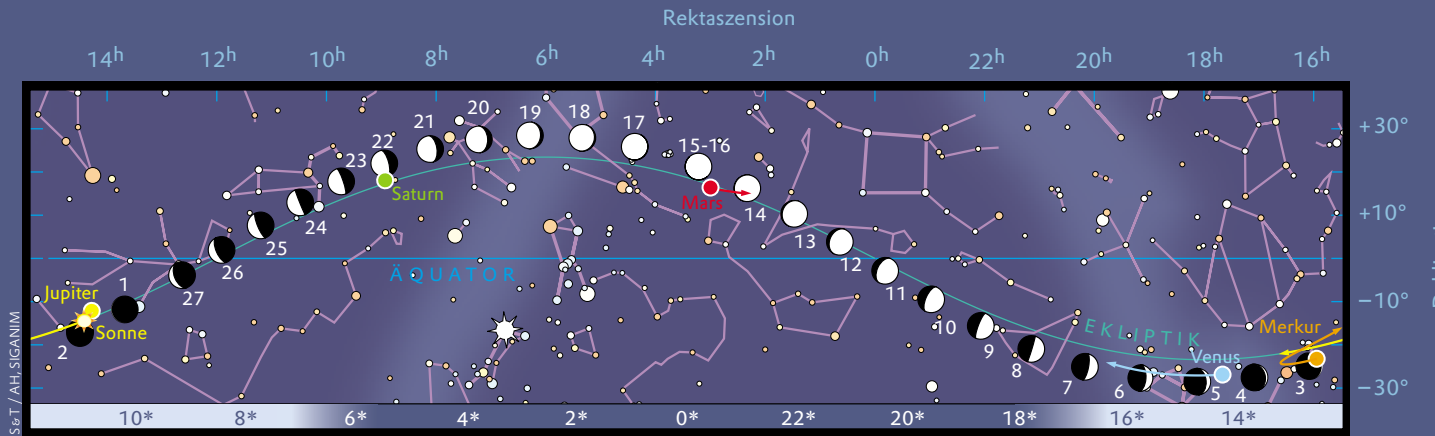
Jupiter taucht in der Morgendämmerung langsam aus dem Ostsüdosten auf. Gegen Mitte des Monats können Sie den hellen Gasriesen während der frühen Dämmerung recht einfach erkennen.

Ein sichelförmiger **Mond** scheint bei Einbruch der Dunkelheit am 5. November links unterhalb von Venus (Karte oben links). Beinahe als Vollmond steht er in der Nacht vom 14. auf den 15. November direkt über dem Mars. Der abnehmende Dreiviertelmond besucht Saturn in der Nacht vom 21. auf den 22. November. In der Morgendämmerung des 29. hängt dann eine dünne abnehmende Sichel unterhalb von Jupiter (oben rechts).

In der Nacht auf den 18. November wird das Maximum des Leoniden-Meteorschauers erwartet (AH Juli/August 2005, S. 32). Zwar wird er nicht so stark wie 1999, mit mehr als zwanzig Sternschnuppen pro Stunde verdient er trotzdem Ihre Aufmerksamkeit. <<

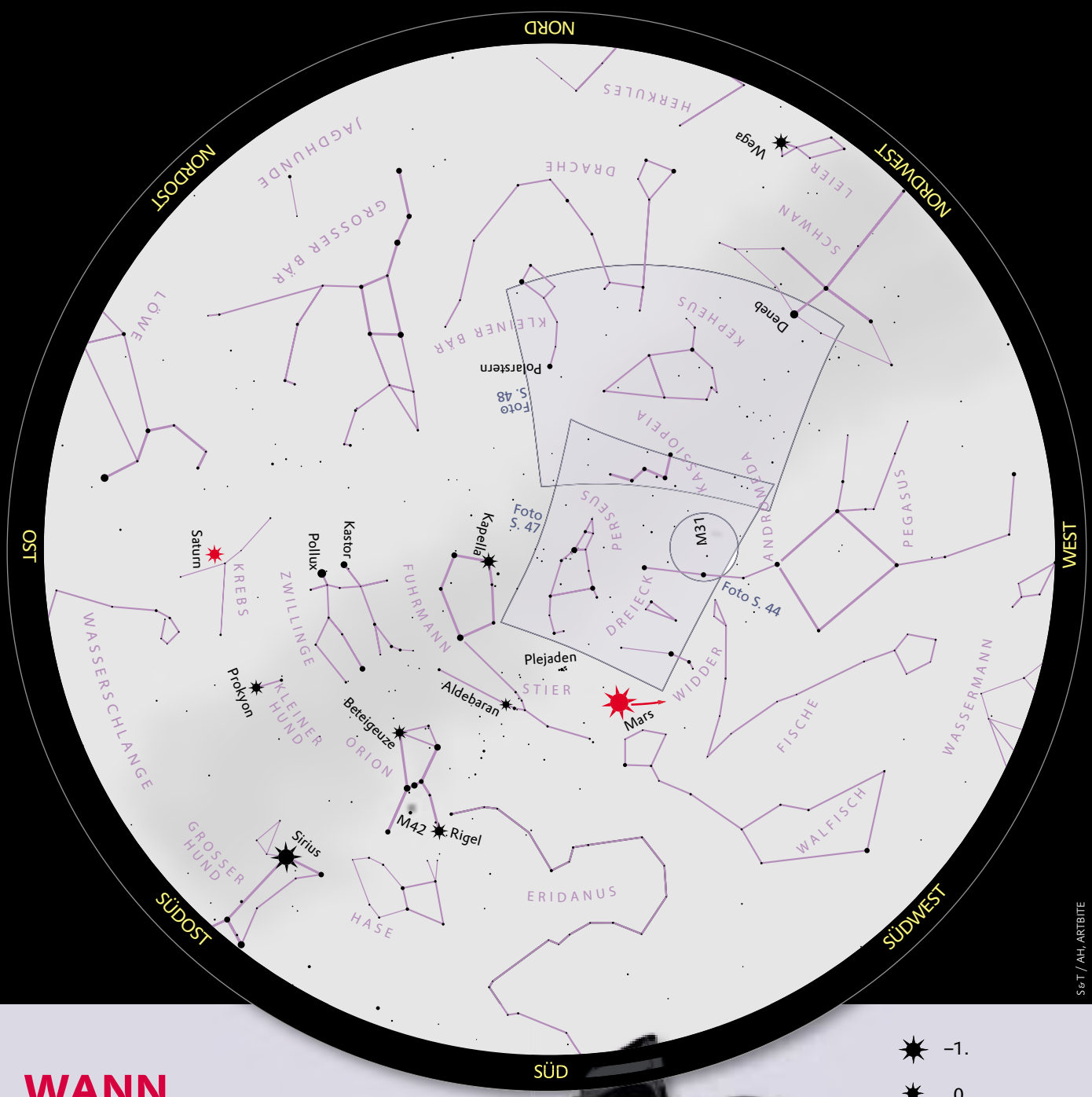
Fred Schaaf würde am liebsten nur tagsüber schlafen, um nachts nichts zu verpassen …

Der Mond und die Planeten im November 2005



Der Mond ist zum besseren Erkennen der Mondphasen auf allen Karten in Übergröße dargestellt.

STERNTAFEL



S&T / AH, ARTBITE

WANN

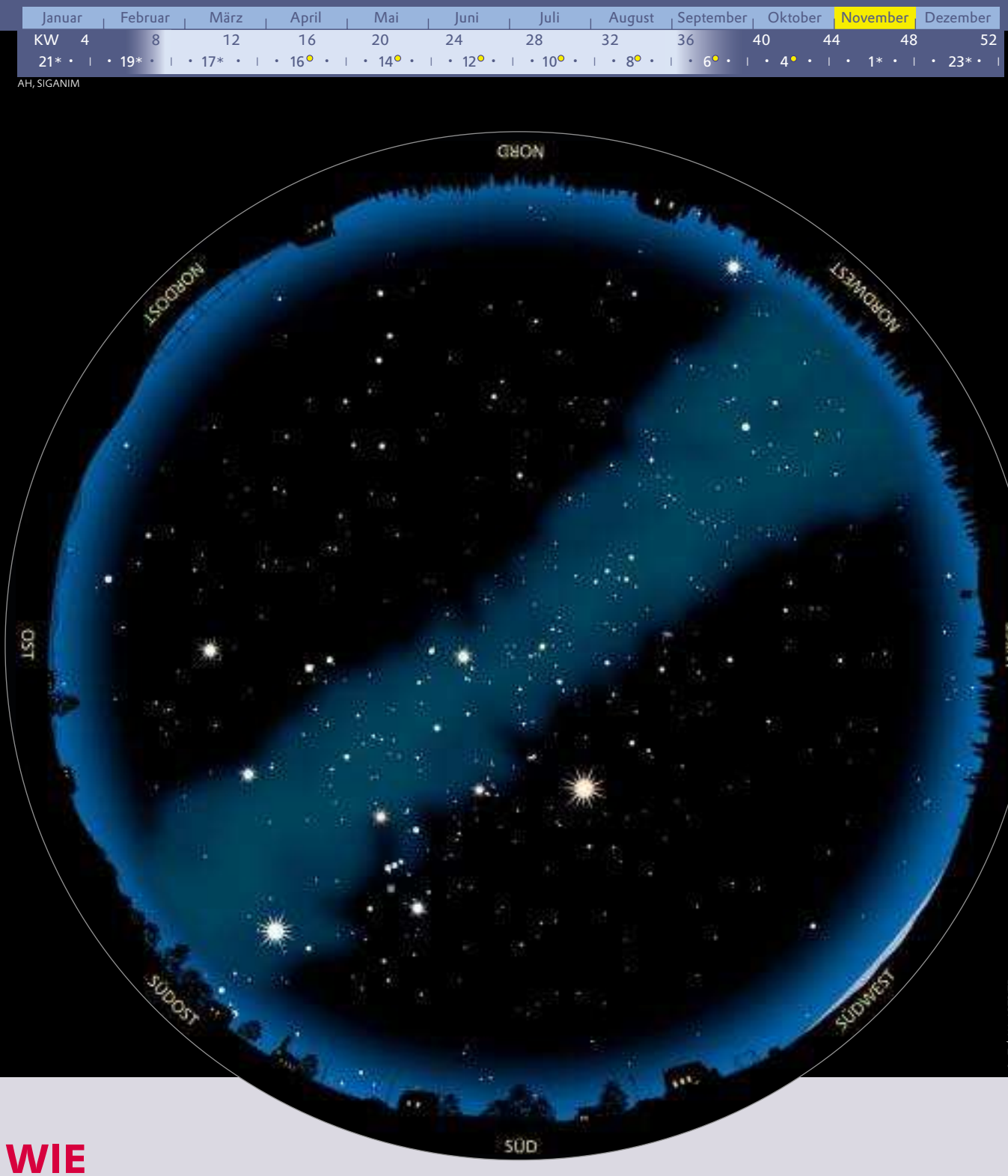
Der Zeitleiste (oben rechts) können Sie die Gültigkeit der Sternkarten entnehmen. Wählen Sie das Datum anhand des Monats oder der Kalenderwoche (KW) und lesen Sie direkt darunter die zugehörige Uhrzeit ab. Beispiele:

Oktober, zweite Hälfte: **3 Uhr** °
November, zweite Hälfte: **0 Uhr** *
Dezember, zweite Hälfte: **22 Uhr** *

*Mitteleuropäische Zeit (MEZ, UT+1)
°Sommerzeit (MESZ, UT+2)

S&T

–1.
0.
1.
2.
3.
4.
5. Größenklasse



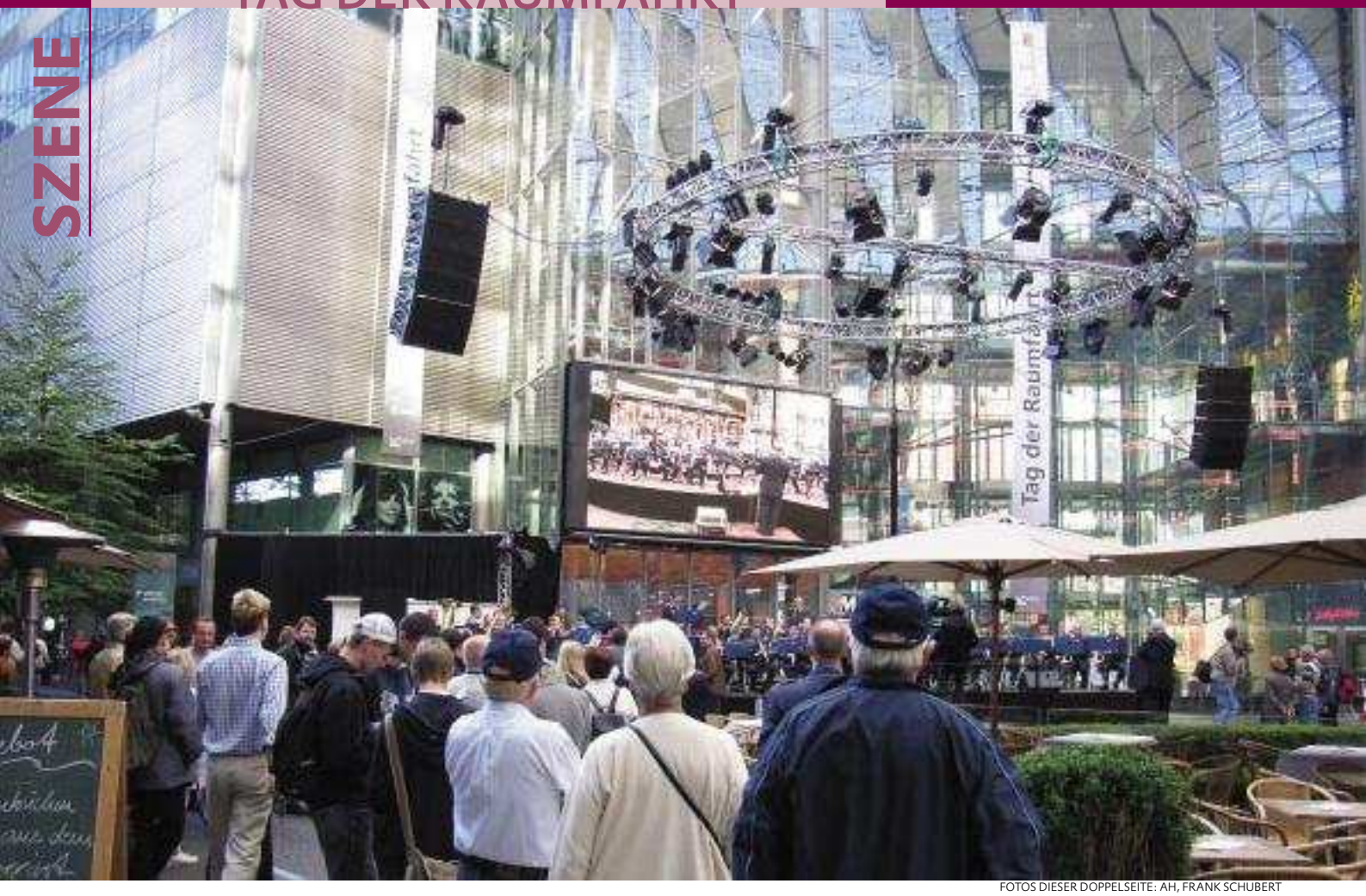
WIE

Auf den Sternkarten sehen Sie den Himmel so, wie er sich Ihnen zu den ganz oben angegebenen Zeiten präsentiert. Die Schwarz-Weiß-Karte (links) verzeichnet die wichtigsten Sternbilder und Namen der hellen Sterne. Die Nachthimmelkarte (oben) entspricht dann dem, was Sie unter freiem Himmel sehen.

Zur Orientierung halten Sie die Karten vor sich, und zwar so, dass der Rand mit der Himmelsrichtung, in die Sie schauen, zum Boden zeigt. Die Sterne am Rand der Karte stehen dann direkt über dem Horizont. Der im Zentrum der Karte dargestellte Himmelsausschnitt befindet sich genau über Ihnen – im Zenit.

Beispiel: Mars steht als hellstes Pünktchen am Nachthimmel hoch im Südsüdwesten. Das »Herbstviereck« des Pegasus prangt im Westen, die angrenzende Andromeda reckt sich zum Zenit empor. Im Nordwesten taucht der Schwan gerade ab. Von hier aus erstreckt sich die Milchstraße über den Zenit bis zu Saturn und den Wintersternen, die das Viertel zwischen Ost und Süd einnehmen.

Die Karten sind für fünfzig Grad nördliche Breite berechnet, das entspricht in etwa der Linie Luxemburg – Frankfurt am Main – Prag. Beobachter in Süddeutschland, Österreich und der Schweiz sehen die Sterne im Süden etwas höher über dem Horizont und die im Norden etwas niedriger. In Norddeutschland ist es genau umgekehrt.



FOTOS DIESER DOPPELSEITE: AH, FRANK SCHUBERT

Trotz des kühlen Herbstwetters kamen viele Besucher in das Sonycenter mitten in Berlin. Hier spielt gerade das Blasorchester der Luftwaffe auf.

Weltraumbasis Berlin

Abenteuerliche Marsflüge, seltsame Luftfahrzeuge, gesprächige Experten. Ein Eindruck vom Tag der Raumfahrt 2005.

>>Frank Schubert

Etwas unbequem, denke ich, während ich in dem harten Schalensessel sitze. Ein großer, stabiler Bügel drückt mich in die Lehne, er soll verhindern, dass ich aus dem Sitz falle. An seiner Vorderseite zwei Griffe zum Festhalten, wozu mögen sie gut sein?

Es dauert nicht lange, bis ich die Antwort bekomme. Eine plötzliche, heftige Beschleunigung presst mich in den Sitz, begleitet von donnernden Triebwerksgeräuschen. Beunruhigender ist jedoch, was sich vor meinen Augen abspielt: Mit atemberaubender Geschwindigkeit rast der Mars auf mich zu, eine Kollision scheint unvermeidlich. Immer näher kommt die Oberfläche, schon erkenne ich Berge und Täler, gleich werde ich aufschlagen. Doch dann, in letzter Sekunde, zieht das Raumschiff eine heftige Kurve und geht in den Tiefflug über. Das Ausweichmanöver schleudert mich zur Seite, unwillkürlich klammere ich mich an den Griffen fest.

Rasante Tour

Fast habe ich vergessen, wo ich bin: auf dem Tag der Raumfahrt am 17. September in Berlin, den das Deutsche Luft- und Raumfahrtzentrum (DLR) ausrichtet. Gerade teste ich die Hauptattraktion der Veranstaltung, einen virtuellen Flug über die Marsoberfläche. Ich sitze am Ende eines riesigen Roboterarms, der sich mit Schwindel erregendem Tempo in jede nur denkbare Richtung dreht – nichts für empfindliche Mägen. Vor mir ein halbrunder Projektionsschirm, auf dem ein Film läuft. Der Streifen vermittelt einen realistischen Eindruck von der Marslandschaft, denn die Bilder, aus denen er besteht, stammen von der hochauflösenden Stereokamera an Bord der europäischen Weltraumsonde Mars Express. Die Bewegungen des Roboterarms richten sich nach dem Filmverlauf: Beschreibt die Ansicht eine Rechtskurve, dann kippt mein Sitz nach links, erhebt sie sich nach oben, dann klappt er nach hinten. Die Kräfte, die auf mich wirken, entsprechen den Bewegungen des virtuellen Raum-

schiffs und machen die Simulation erstaunlich realistisch.

Unter mir rasen jetzt ausgedehnte Canyons dahin. Die Talsohlen sind teils dunkel verfärbt, man kann sich gut vorstellen, dass hier einst Wasser floss. Das Relief ist schroff und zerklüftet, Schluchten teilen sich und treffen aufeinander, abgegrenzt von gewaltigen Erhebungen. Immer wieder muss das Raumschiff einzelnen Bergspitzen ausweichen. Gerade bewundere ich einen Gebirgssattel, da geht es jäh auf Steilkurs. Ich fliege durch den interplanetaren Raum, Sterne auf allen Seiten, in Richtung eines blauen Scheibchens, das allmählich größer wird: die Erde. Bald füllt sie mein ganzes Gesichtsfeld. Das Raumschiff durchstößt weiße Wolkenschichten, dann, unter mir, eine Stadt. Welche? Ich lande auf einer Straßenkreuzung und erkenne, wo ich bin: am Potsdamer Platz in Berlin – eben da, wo der Tag der Raumfahrt stattfindet.

»Der Roboterarm, auf dem Sie eben gesessen sind, stammt aus unserer Firma«, bemerkt Jürgen Schulze, Pressesprecher der Kuka Roboter GmbH. Das Gerät, eine Tragfähigkeit von 500 Kilogramm und um sechs Achsen beweglich, würde normalerweise in der Autoindustrie eingesetzt. Zum Tag der Raumfahrt aber sei man zusammen mit dem DLR auf die Idee gekommen, den Roboter für einen simulierten Marsflug einzuspannen. Ein Publikumsmagnet, wie sich herausstellt: Die Flugtickets, bei Gewinnspielen zu ergattern, sind bei den Besuchern heiß begehrt. »Wir haben etwa drei Monate Entwicklungszeit gebraucht, bis die Simulation komplett fertig war«, so Schulze.

Ein paar Meter weiter kann man den Spezialhubschrauber »Simulator FHS« anschauen, entwickelt vom DLR. Ein eigenartiges Gerät: Er ist dazu da, andere Hubschrauber zu imitieren. »Stellen Sie sich vor, Sie konstruieren einen neuen Helikoptertyp, dann möchten Sie natürlich wissen, wie das Ding fliegen wird«, sagt Ralf Richter vom Technologiemarketing des DLR. Es sei aber zu teuer, jedes Mal einen Prototyp zu bauen. Die Steuerung des Simulator FHS lässt sich so programmieren, dass sie die Eigenschaften fast jedes beliebigen Hubschraubers annimmt. »Anstatt einen neu entwickelten Helikopter sofort zu bauen, programmieren wir unseren Spezialhubschrauber mit den zu erwartenden Flugeigenschaften, lassen einen Piloten damit fliegen und finden so heraus, wo die Schwächen des Vehikels liegen werden – obwohl es noch gar nicht existiert«, erläutert Richter. Gibt es ähnliche Fluggeräte auch anderswo? »Ich kenne keine«, zuckt Richter die Schultern.

Auf der Veranstaltung sind auch viele Wissenschaftler unterwegs. Unter ihnen: Gerhard Neukum, der die Kamera für die Weltraumsonde Mars Express entwickelt hat. Die Sonde kreist nun seit fast zwei Jahren um den Roten Planeten und nimmt faszinierende Bilder von der Oberfläche auf. Herr Neukum, in welchem Zustand ist die Kamera?

Fototermin am Südpol

»Sie funktioniert hervorragend«, sagt Neukum, »die Mars-Express-Mission wurde kürzlich um knapp zwei Jahre verlängert und ich glaube, dass das nicht die letzte Verlängerung gewesen ist.« Was haben Sie am Mars noch alles vor? »Wir gehen jetzt daran, die Südhalbkugel in möglichst hoher Auflösung zu fotografieren. Den Südpol decken wir komplett ab, wobei die Aufnahmen zehn bis zwanzig Meter Auflösung besitzen werden«, so Neukum.

Mars Express sorgte immer wieder für Überraschungen: Vor Kurzem erspähte die Sonde einen riesige Eisfläche in den hohen nördlichen Breiten des Roten Planeten. Neukum ist die Begeisterung darüber anzumerken: »Dieses Eis ist wahrscheinlich sehr alt, vielleicht Milliarden Jahre. Unsere Messungen haben gezeigt, dass die Marsatmosphäre mit Wasserdampf gesättigt ist. Das sieht man auch daran, dass sich am Boden immer wieder Reif absetzt. Wasser am Boden geht kaum in die Atmosphäre über, weshalb Eisreservoirs sich dort womöglich extrem lange halten – wesentlich länger, als wir bisher dachten.«

Es gibt noch vieles mehr zu sehen und zu hören an diesem Tag: eine Ausstellung mit Bildern vom Mars, einen Imax-3-D-Film über die Internationale Raumstation ISS, Raketenexperimente für Kinder, Produkte und Technologien aus der Raumfahrt, Livemusik. Obwohl es herbstlich kalt ist und die Veranstaltung praktisch im Freien abläuft, finden sich etliche Besucher ein. Das liegt natürlich auch am Ort: Das Sonycenter auf dem Potsdamer Platz befindet sich im Herzen Berlins und ist ein erstklassiger Touristenmagnet.

Der Tag der Raumfahrt hatte es sich zum Ziel gesetzt, ein breites Publikum anzusprechen. Es ist ihm, dank einer offenkundig guten Organisation, wohl gelungen. <<

Seit dem 17. September ist Wissenschaftsjournalist **Frank Schubert** ein geprüfter Mars-Tiefflugexperte.

Auch Kinder konnten viel erleben. Sehr beliebt: die luftgefüllte Minirakete, die bis zu zwanzig Meter aufstieg

Der Simulator FHS ist ein Spezialhubschrauber vom Typ Eurocopter 135. Er ahmt andere Helikopter nach.

ALLE FOTOS DES ARTIKELS: WOLFGANG THOMAS

Mitternächtliches Lichtgewitter in Västerbottens Län, Nordschweden

Warten auf Aurora

Sie kommen lautlos daher und trotzdem gleichen die Auftritte der geisterhaften Polarlichter einer wahren Sinfonie aus Licht und Farben.

>> Wolfgang Thomas

Gegen acht Uhr abends schließe ich die Tür meiner Hütte von außen. Das Thermometer am reifbedeckten Fensterrahmen zeigt 17 Grad unter null: Ende Februar in Abisko, Lappland. Seit zwei Stunden ist es bereits dunkel.

Am Tag war ich geblendet von der riesigen Schneedecke, die sich über das Eis des Torneträsk gebreitet hat. So heißt jener rund siebzig Kilometer lange See, der sich am nördlichen Ende der schwedischen Landkarte zwischen den Städten Kiruna und dem norwegischen Narvik erstreckt. Er ist Skandinaviens größter Gebirgssee.

Jetzt laufe ich in die Finsternis, Fototasche in der rechten, Stativ in der linken Hand. Im Rucksack steckt die Thermoskanne neben allerhand Utensilien. Zunehmend knarrt der Schnee unter meinen Sohlen. Kapuzenrascheln in den Ohren. Ansonsten kein Laut. Auf dem tief verschneiten Weg zwischen meiner Unterkunft und meinem ersten Ziel, dem eine knappe halbe Stunde entfernten Seeufer, malt meine Stirnlampe glitzernde Lichtfiguren in die von Eiskristallen flirrende Luft. Manchmal verbreitet sie aber auch nur ein fahles Blau über das allgegenwärtige Spalier der Zwergbirken am Wegesrand. Schon bald sind die Finger in den Wollhandschuhen steif gefroren. Ich probiere einige Kniebeugen. Dann den Rucksack zurechtrücken, Stativ in die Rechte, die Tasche, an der auch ein Thermometer hängt, nach links. Dessen flüssige Seele ist weiter geschrumpft und markiert nun eine Stelle zwischen minus 20 und minus 25 Grad Celsius.

Fitnessübungen sind das nicht, sondern lediglich so etwas wie die Rahmenbedingungen, innerhalb derer sich mein nächtliches Getriebensein momentan zu Hause fühlt. Meist schalte ich die Stirnlampe aus, blicke ungeduldig zum Nachthimmel empor und richte meine Nase nach Osten. Denn von da kommt das Licht: ex oriente lux. Ich kenne das.

Ich harre in den Stunden vor Mitternacht allerdings nicht der morgendlichen Sonne. Nein, ich warte hier einfach auf jenes eigenartige, meist grünliche Licht am Firmament, das Nordlicht, das mit wissenschaftlichem Namen Aurora borealis heißt. Um es wahrnehmen zu können, umgebe ich mich gerne, fernab von beleuchteten Straßen und Häuserfassaden, mit möglichst weiträumiger Dunkelheit.

Wie ein Zauberstab

Eigentlich habe ich ja schon vor Stunden mein Grün gesehen. Da herrschte noch blau-rosa Dämmerung. Gerade führte ich einen leisen Dialog mit den Bindungen meiner Schneeschuhe, als plötzlich über dem Salmmečohkat, einem der hohen Berge hinter dem nördlichen Seeufer, eine riesige Lichtsäule zu sehen ist. Minutenlang und scheinbar reglos steht sie dort, wie ein Zauberstab. Bald aber löst sich diese einsame Erscheinung, hin und her wehend, wieder in nichts auf. Danach lege ich meine Kameras, Objektive und die Daunenkleidung für die kommende Nacht bereit.

Es ist fast 21 Uhr. Wenige Wolken, zahllose Sterne. Im Osten nichts Neues: von Aurora borealis noch keine Spur. Sollte jene spätnachmittägliche Szene vorhin die ganze Vorstellung für heute gewesen sein? Ich bin weit auf das meterdicke Eis des Torneträsk hinausgelaufen und habe mein Stativ dort in Stellung gebracht. Auf seinem Kugelkopf schlägt sich mein Atem sofort als Reif nieder. Ich ziehe die Gesichtsmaske über. Die Augenschlitze darin lassen mir ausreichend Blickfreiheit. Im Thermometer ist der rote Strich kaum noch zu erkennen. Er hat seinen Endpunkt erreicht: minus 30 Grad!

Allein die Himmelsfärbung bleibt weit gehend monochrom und meine Fototasche somit vorerst geschlossen. Inzwischen hat auch der Mond seine Nachtschicht angetreten. Um warm zu bleiben, laufe ich immer größere Runden um das Stativ. Meine Fußspuren aus der vergangenen Nacht sind bereits verweht. Alte Schlagermelodien kommen mir in den Sinn und bleiben dort auf wundersame Weise präsent. Manchmal fahre ich zusammen, wenn sich die Spannungen in der Eisdecke unter mir in laut peitschenden Geräuschen entladen. Nahe der Horizontlinie, wo die Lichter der Siedlung Björkliden zu erkennen sind, bewegt sich, leicht vibrierend, der Scheinwerferstrahl eines Schneescooters. Für einen Augenblick erglüht senkrecht darüber eine Sternschnuppe. Der Verschlussbecher meiner Thermosflasche ist angefroren. Den Kameraverschlüssen – so hoffe ich – wird dieses Schicksal erspart bleiben. Damit meine Filme nicht spröde werden, stecke ich sie vorsorglich in die Innentasche meines Anoraks.

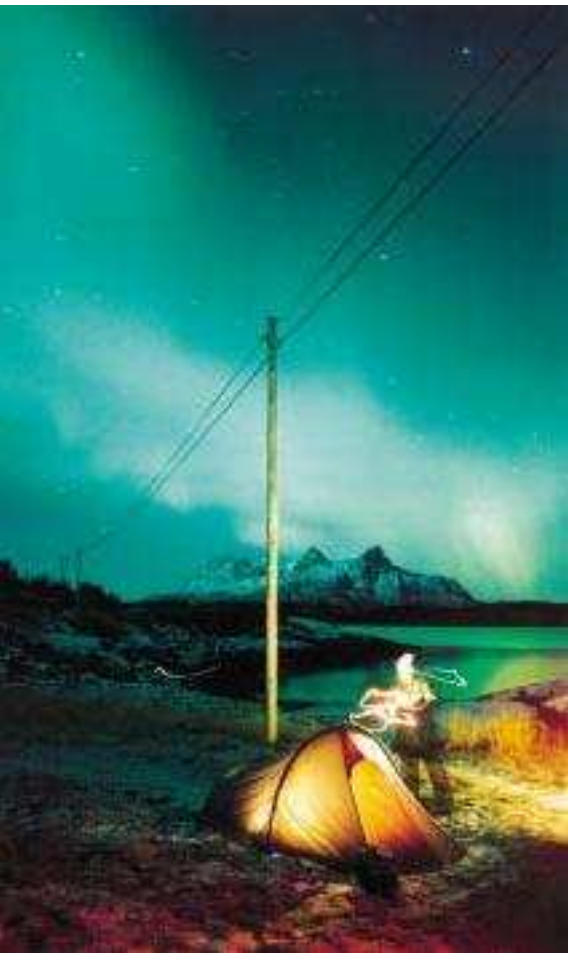
Traumgleich, hatte ich gedacht, als ich das zauberhafte Spiel des Nordlichts in einer Spätsommernacht vor Jahren völlig unerwartet zum ersten Mal erlebte. Der Eindruck bleibt unauslöschlich!

Später las ich: Sonnenwindströme, die auf verschlungenen Bahnen ins irdische Magnetfeld eindringen, treffen in der Nähe der Pole auf Atome und Moleküle der Hochatmosphäre und können diese in faszinierenden Farben und Formen zum Leuchten bringen. Und ich erfuhr, dass die Bezeichnung Polarlicht treffender ist, tritt das Phänomen doch sowohl im hohen Norden als auch im tiefen Süden unseres Globus als Südlicht (Aurora australis) auf. Am sommerlichen wie am winterlichen Himmel erscheint die Aurora, ist auf Grund der hellen Nächte jenseits der Polarkreise im Sommer aber nur schwer auszumachen.

Elfenreigen

Es ist kurz nach 22 Uhr, als nicht der Osten, sondern eine ganz andere Himmelsgegend – hinter jenen Bergen, die zum Atlantik, also nach Westen weisen – sich plötzlich in neuer Färbung präsentiert. Über dem Grat des Njulla-Gipfels entdecke ich einen hellgrünen, noch formlosen Fleck inmitten des Sternenozeans. Zusehends wird er größer und mausert sich schnell zu einem leicht gekrümmten, die Bergkette krönenden Band. Mein Warten auf Aurora war also nicht vergeblich. Jetzt muss alles schnell gehen: Stirnlampe an, Objektiv auswählen, Fotoapparat auf dem Stativkopf arretieren, Drahtauslöser anschrauben, dann Zeiteinstellung, Blendenöffnung sowie Unendlichfokussierung nochmals prüfen, Stirnlampe aus. Der Blick durch den Sucher erfordert nachts etwas Übung. Ich brauche für jede Einstellung Orientierungshilfen am Horizont, nehme die Kälte nicht mehr wahr. Beim Ausrichten der Kamera kommt Bewegung >

Eine Korona, die optische Krönung einer aktiven Polarlichtphase, explodiert über der Fernstraße E6 bei Kvænangen/ Troms, Norwegen.



Der Aurora-Jäger und sein »Haus« (links) – im Hintergrund ein bereits abklingendes Polarlicht. Polarlicht über Kirkenes, dem norwegischen Wendepunkt der Hurtigruten-Postschiffe (oben)

> in das Lichtband über den Bergen. Es teilt sich horizontal. Dann färben sich die oberen Ränder purpurrot. Klick – erste Aufnahme, ich zähle langsam bis dreißig, nehme den Daumen vom Drahtauslöser – klack. Die Aurora verlässt den Ausschnitt des Kamerasuchers und wächst ins Firmament. Ich wechsle das Objektiv. Verschluss spannen, Kameralage anpassen, auslösen, klick, zählen, klack, Luft holen, klick, klack. Inzwischen tanzt das Nordlicht schon wie ein Reigen aus Elfen über den ganzen Himmel.

Zeit ist Licht

Ein Meer aus Licht scheint sich immer wieder neu zu formieren: Die stillen Bänder haben sich mittlerweile zu riesigen wogenden, wallenden, in Grün, Orange oder Rot schimmernden Vorhängen verwandelt. Daneben schweben verhalten leuchtende Säulen, die mich an Lasershows erinnern. Das geht so fort, in immer neuen Gestalten. Für Augenblicke stelle ich mir vor, wie sich das Erdmagnetfeld unter der Wucht des aufprallenden Sonnenwinds verformt und die Polregion von einem leuchtenden Ring umgeben ist. Die Bezeichnung Corona borealis (nördliche Krone) für das Nordlicht erscheint mir durchaus angemessener. Doch diesen klangvollen Namen beansprucht bereits seit der Antike ein Sternbild für sich, und das ist mit einer ganz anderen Geschichte verbunden. Klick, klack. Ich bin hingerissen. Und muss fotografieren. Muss ich das?

Die Lust zur intensiven, geräuschlosen Wahrnehmung, zum »Nur-Schauen«, streitet immer wieder in mir mit dem gewohnten Drang, dieses unbeschreibliche Szenario mit Präzisionsinstrumenten und überdies geräuschvoll auf winzige, 24 x 36 Millimeter große Filmfenster zu bannen. Als ich mit klammen Fingern das Kameragehäuse tausche, fliehen diese Gedanken schnell in eine der hintersten Zonen meiner Großhirnrinde. Nur keine Zeit verlieren! Denn Zeit ist Licht.

Die Aurora borealis ist jetzt überall, füllt gewissermaßen den Raum mit Wellenbildern – eine Domäne von Objektiven mit sehr kurzen Brennweiten, die Aufnahmen mit einer Raumerfassung von bis zu 360 Grad ermöglichen. Stativ umsetzen, Kamera justieren, auslösen, klick. Die Belichtungszeiten halte ich jetzt kürzer. Das großartige Lichtschauspiel hat an Intensität gewonnen. Klack. Überdies steht der Mond jetzt hinter mir und zeichnet meinen Schatten auf den verschneiten Boden.

Eine halbe Stunde vor Mitternacht ist der Höhepunkt vorbei. Adagio. Es wird geruhsamer am Himmel, ja, es scheint, als wollten die überirdischen Arbeiter einer imaginären Nachtschicht erst einmal auf einen Kaffee hinter die Bühne gehen, um die nächste Vorstellung zu besprechen.

Stille Aurora

Ich befinde mich wieder im richtigen Leben. Merkwürdig. Mir ist, als sei es auf einmal wieder still geworden um mich. Dabei weiß ich, dass das eben erlebte Schauspiel aus Formen und Farben absolut lautlos ist. Polarlichter rufen keine für unser Gehör wahrnehmbaren Geräusche hervor. Es ist mein Gehirn, das hier gespeicherte Erlebnisse vergleicht und letztlich entscheidet, das eben Geschaute sei am besten als eine Sinfonie wahrzunehmen. Einzig der in beträchtlicher Entfernung vorbeifahrende Zug mit den schweren Erzwagen poltert unüberhörbar auf seinem im Frost gebetteten Gleis hinunter nach Narvik. Ich ziehe meine Gesichtsmaske zurück und knabbere an einer geeisten Scheibe Salami. Vom Meer her gleiten Wolken heran.

Schwedens berühmtester Wanderweg beginnt in Abisko: Der Kungsleden führt über 500 Kilometer von dort über den Tjäktja-Pass und am Kebnekaise-Massiv vorbei nach Süden. Der dunkelblaue Himmel über dieser Landschaft präsentiert schon in der ersten Stunde nach Mitter-

nacht wieder gelblich grüne, flimmernde Lichtbündel! Der Bildermacher in mir mahnt zur Aufmerksamkeit. Längst habe ich Filme gewechselt und, soweit die Temperatur das erlaubte, die Kameras und Objektive in Augenschein genommen. Dann ist alles wie vorhin. Erst als die noch verhalten spielenden Nordlichtbögen direkt über mir auftauchen, registriere ich die immer dichter werdende Wolkendecke.

Im Karussell

Es ist wärmer geworden. Mein Thermometer steht schon bei minus 26 Grad. Wind kommt auf. Wenig später scheinen die Wolken sich ausgerechnet auf meiner Eisfläche niederlassen zu wollen. Gleich darauf herrscht ringsum waberndes Grau. Vorsorglich schwenke ich meine Kamera noch so weit, dass das Objektiv nach Süden zeigt. Damit ist, falls das Wetter so bleibt, bereits die Marschrichtung zu den Häusern von Abisko angezeigt.

Ich warte. Obwohl die Wolken wieder höher steigen, geben sie jetzt nur noch selten den Blick zu den Sternen und damit zur Aurora frei. Dafür gelingt es mir endlich, den Trinkbecher von der Thermosflasche zu lösen. In der dritten Stunde des neuen Tages packe ich meine Geräte ein und mache mich auf den Rückweg.

Als ich über den Eisbruch am Seeufer steige, wird es um mich herum heller. Durch ein Wolkenloch ist plötzlich eine riesige Lichtkuppel in den Farben Grün, Rosa, Blau und Hellorange zu sehen. Unter ihrem Zenit streichen filigrane Bögen in alle Richtungen. Nur Sekunden später habe ich das Gefühl, in ein Karussell geraten zu sein. Dann öffnet sich dieses kaum zu vermittelnde Bild, und gleich einem Feuerwerk schießen farbige Lichtgarben in den Raum. Ich erlebe eine Korona, die optische Krönung einer aktiven Polarlichtphase. So nennen das die Wissenschaftler. Minuten nur bin ich Zuschauer vor diesem himmlischen Bildschirm, dann schließen die Wolken dieses Fenster wieder. Mir ist, als sei ich aus dem Paradies vertrieben worden. Doch da schüttelt etwas in meinem Innern energisch den Kopf: Menschenskind, vor acht Tagen warst du noch drüben auf den Vesterålen, da schwirrten dir jede Nacht die Nordlichter um die Ohren. Und im März wirst du bereits wieder in Stamsund auf den Lofoten sein. Aber vorwiegend nachts, füge ich in Gedanken hinzu. Nein, ich will wegen der paar Wolken von vorhin nicht klagen. Eigentlich hat sich das Wetter schon seit gut zwei Wochen recht verständnisvoll auf mein Bildermachen eingestellt. Heute Abend gehe ich wieder auf den See. <<

Die wichtigsten Utensilien
im Gepäck vor der »Nachtschicht« auf dem Torneträsk

Wolfgang Thomas ist freier Fotograf in Berlin, hält sich aber so oft es geht im nördlichen Skandinavien auf. Mehr von seinen Bildern finden Sie auf www.allzeitfoto.de.

HURTIGRUTEN
DIE SCHÖNSTE SEEREISE DER WELT

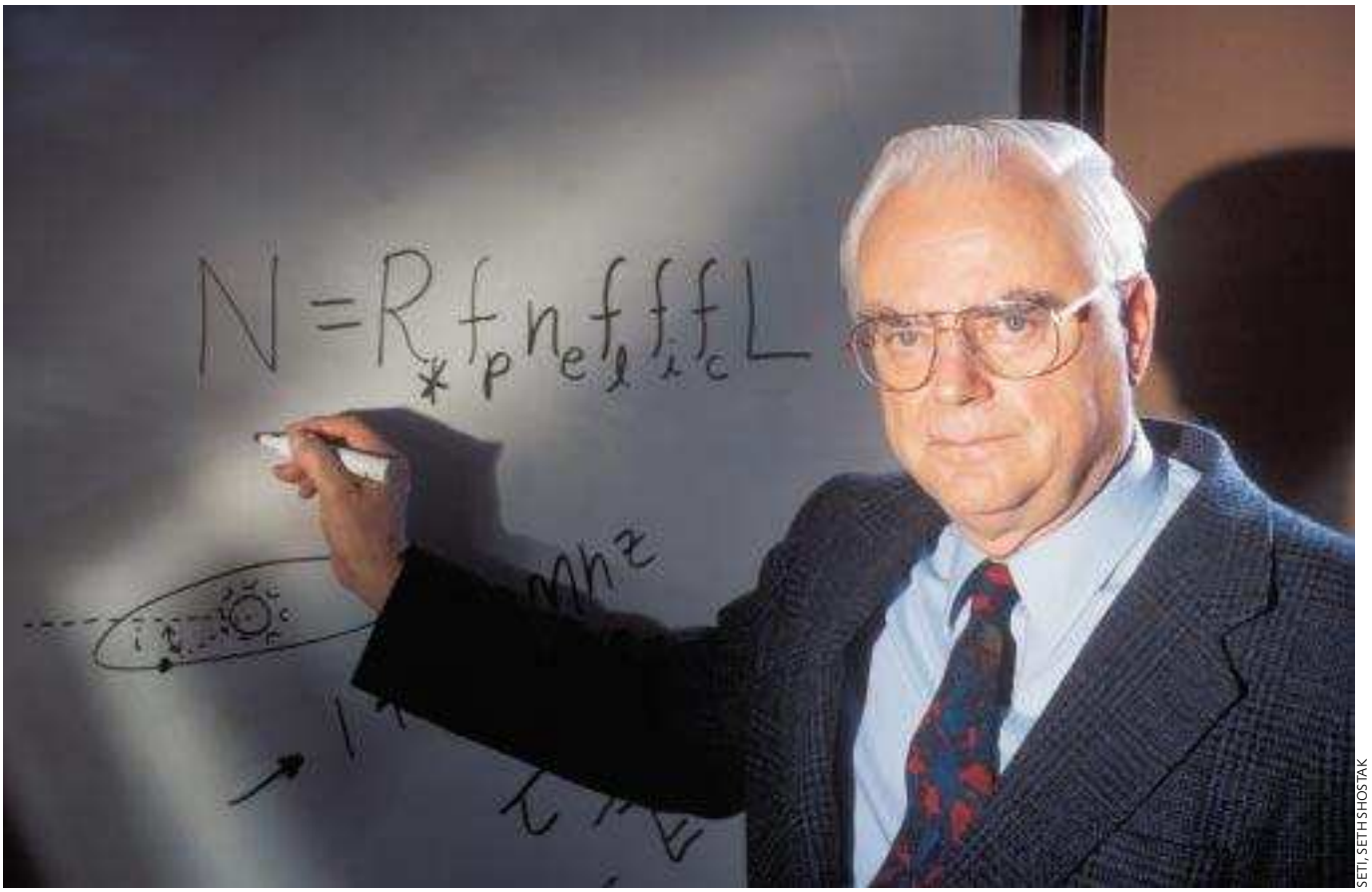
HURTIGRUTEN THEMENREISE
NORDLICHT & STERNE
11 Tage inkl. Linienflug und vielen Extras; z. B. vom 25.02–07.03. oder 17.–27.11.2006 ab € 2.495,– p. P.

Information und Buchung im Reisebüro oder bei: **NSA Norwegische Schiffahrts-Agentur GmbH**
Postfach 110833 · 20408 Hamburg
Tel. 040/37 69 33 30 · Fax 040/37 69 31 99
www.hurtigruten.de
e-mail: info@hurtigruten.de

EIN LICHTBLICK AM REISEHIMMEL …

… ist die Hurtigruten Themenreise Nordlicht & Sterne. Sie bietet neben allen Erlebnissen der Hurtigruten Rundreise noch eine Reihe Extras wie z. B. Lektorenvorträge an Bord mit folgenden Themen: eine Reise durch das Sonnensystem, unsere Sonne, atmosphärische Erscheinungen vom Polarlicht zum Regenbogen und andere. Eingeschlossen sind auch zwei Stadtrundfahrten, eine deutschsprachige Reiseleitung und Transfers. So wird die schönste Seereise der Welt – mit einem Postschiff die norwegische Küste entlang – noch erlebnisreicher. „Erleuchtung" finden Sie im aktuellen Hurtigruten Katalog, den es in Ihrem Reisebüro oder direkt bei NSA gibt.

INDIVIDUALREISEN | GRUPPENREISEN | **THEMENREISEN** | SONDERFLUGREISEN



SETI, SETH SHOSTAK

Ist da jemand?

Wie viele Zivilisationen die Milchstraße außer uns vielleicht beherbergt, hat Drake bisher nur errechnet.

Ein Interview mit dem Forscher Frank Drake, der seit Jahrzehnten nach Lebenszeichen aus dem Kosmos sucht.

ASTRONOMIE HEUTE: Professor Drake, seit 45 Jahren suchen Sie nach Signalen von Außerirdischen – bislang ohne Erfolg. Warum schweigt die Galaxis?

Frank Drake: Wir sollten aus unserer Suche nicht den Schluss ziehen, dass die Galaxis schweigt. Wir haben erst einen kleinen Teil aller Sterne und einen kleinen Bereich des Radiospektrums untersucht. Und selbst das jeweils nur für wenige Minuten – viel zu wenig, um ein kurzzeitiges Signal zu entdecken. Wir haben gerade erst angefangen zu suchen.

AH: Aber ist es nicht ein wenig deprimierend, 45 Jahre lang ohne Erfolgserlebnis zu forschen?

FD: Keineswegs! Im Gegenteil, wir sind die ganze Zeit über sogar immer enthusiastischer geworden. Ich wusste ja von Anfang an, dass es schwer wird. Dass wir vermutlich Jahr um Jahr erfolglos suchen würden. Und so ist es auch gekommen. Trotzdem sind wir mit Begeisterung dabei, weil sich unser Equipment ständig verbessert – es übertrifft inzwischen selbst die verrücktesten Träume aus unserer Anfangszeit. Unsere Detektoren sind heute hundert Billionen Mal empfindlicher als 1960. Langsam erreichen wir die Fähigkeiten, die wir brauchen, um innerhalb einer Lebensspanne Erfolg zu haben.

AH: Würde eine an Kommunikation interessierte Zivilisation es uns nicht einfacher machen, ihre Signale zu entdecken?

FD: Warum sollte sie? Wir müssen uns unsere Mitgliedschaft in der galaktischen Gesellschaft vielleicht erst verdienen.

AH: Es gab ja durchaus einige unerklärliche Signale, wie etwa das berühmte »Wow«-Signal aus dem Jahr 1977 (siehe Bild rechts unten). Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass eines davon ein echtes außerirdisches Lebenszeichen ist?

FD: Sehr klein. Wir registrieren ständig verdächtige Signale. Doch bisher sind alle Versuche, diese ein zweites Mal nachzuweisen, fehlgeschlagen. Und wenn die Identifikation eines Signals möglich war, hat sich stets gezeigt, dass es menschlichen Ursprungs war.

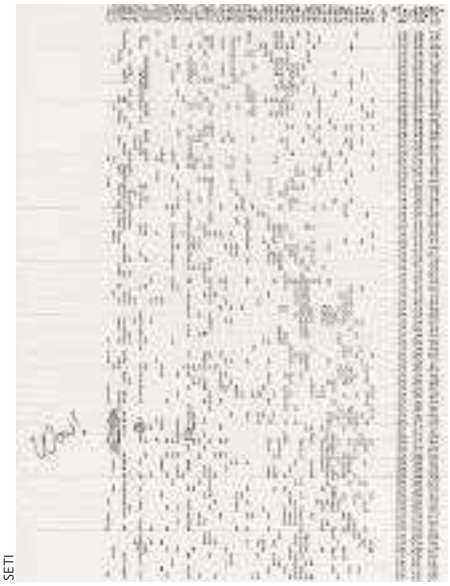
AH: Als Sie vor 45 Jahren erstmals vorschlugen, nach Lebenszeichen Außerirdischer zu suchen – hat man Sie da nicht verlacht?

FD: Nein. Die intelligenteren Zeitgenossen erkannten schon damals, dass es eine gewisse Wahrscheinlichkeit für

die Existenz höherer Lebensformen im All gibt. Tatsächlich zweifelte fast niemand daran. Viele glaubten allerdings, dass die Suche zu große Anforderungen mit sich brächte, um Erfolg zu haben. Und natürlich war jedem klar, dass die Suche eine Menge Geld kosten würde. Außerdem ginge der »normalen« Astronomie wertvolle Teleskopzeit verloren. Viele Forscher waren sich nicht sicher, ob die geringe Wahrscheinlichkeit eines Erfolgs den Aufwand rechtfertigen würde. Das ist auch heute noch so. Trotzdem finden die meisten Wissenschaftler, dass die Suche fortgesetzt werden sollte. Wir streiten nur darüber, was sie kosten darf. Indem wir für unsere Forschung private Fördermittel einwerben und so der konventionellen Astronomie kein Geld »stehlen«, versuchen wir das Problem zu umgehen.

AH: Was sind das für Menschen, die in dieses wissenschaftliche Abenteuer investieren?

FD: Das Seti-Institut und fast die gesamte weltweite Seti-Forschung sind über private Spenden finanziert. Das Institut hing über viele Jahre fast ausschließlich von der Unterstützung einiger weniger erfolgreicher Unternehmer in der Technologie-Hochburg Silicon Valley ab – wie David Packard, William Hewlett und Paul Allen. Inzwischen sind bis auf einen alle dieser großen Förderer verstorben. Jetzt erhalten wir Unterstützung von einer sehr großen Anzahl Personen, die in der Technologie einen Namen haben. Sie verstehen, was wir machen, und sehen, dass das, was wir tun, Erfolg verspricht. Wir haben derzeit rund 2000 Förderer, die im Durchschnitt 100 Dollar pro Jahr stiften. Daneben gibt es einzelne wie Paul Allen, von denen wir jährlich mehrere Millionen Dollar bekommen.



SETI

»Wow!« schrieb der diensthabende Astronom Jerry Ehmann an das starke Radiosignal aus dem Sternbild Schütze, das die Seti-Forscher am 15. August 1977 für 37 Sekunden empfingen.

AH: Vor über vierzig Jahren haben Sie Ihre berühmte »Drake-Formel« zur Berechnung der Anzahl der Zivilisationen in der Milchstraße aufgestellt. Haben die Entdeckungen der letzten Jahrzehnte Ihre Erwartung für das Ergebnis verändert?

FD: Überhaupt nicht. Alles, was wir in dieser Zeit gelernt haben, hat unsere früheren Annahmen bestätigt. Und der unsicherste Faktor in meiner Gleichung ist die Lebensdauer einer technischen Zivilisation geblieben.

AH: Die Astrobiologen Peter Ward und Donald Brownlee argumentieren in ihrem Buch »Rare Earth«, komplexes Leben sei eine Ausnahmeerscheinung im Kosmos. Demnach könnten wir die erste Zivilisation in der Galaxis sein. Gehen Sie davon aus, dass komplexes Leben nur entsteht, wenn viele günstige Bedingungen zusammentreffen?

FD: Nein, ich halte das für falsch. Ward und Brownlee übersehen, dass die Biologie anpassungsfähig ist. Lebensformen passen sich an Situationen an, die Hindernisse für die Evolution darstellen – und bilden dadurch noch komplexere Formen.

AH: Glauben Sie, dass Intelligenz eine notwendige Folge des Auftauchens höherer Lebensformen ist?

FD: Ja, denn die Fossilien belegen ein stetiges Anwachsen des Gehirns relativ zur Körpergröße. Schließlich erreicht das Gehirn eine Größe, die Bewusstsein und Kommunikation komplexer Information ermöglicht – damit haben wir Intelligenz.

AH: Dinosaurier haben allerdings Millionen von Jahren die Erde beherrscht, ohne Intelligenz zu entwickeln.

FD: Es gab mehrere Dinosaurierarten mit recht großen Gehirnen. Einige liefen sogar auf zwei Füßen und hatten Greifhände. Wenn sie nicht ausgestorben wären, wären sie vielleicht wie wir geworden.

AH: Wenn intelligentes Leben häufig ist, stellt sich aber die Frage: Wo sind »sie«? Sollte nicht die erste Zivilisation dann schon vor Jahrmilliarden entstanden sein und inzwischen die ganze Galaxis mit ihren Artefakten gepflastert haben?

FD: Das ist das bekannte Fermi-Paradoxon. Ich glaube aber nicht, dass Zivili- >

Kurzbiografie Frank Drake

Im April 1960 begann der junge Radioastronom Frank Drake die erste gezielte Suche nach Signalen außerirdischer Intelligenzen. Im Rahmen seines Projekts Ozma (siehe »Planetenjagd bei Epsilon Eridani«, AH Juli/August 2003, S. 28) richtete er über drei Monate täglich sechs Stunden lang die 25-Meter-Antenne des Green-Bank-Observatoriums auf Tau Ceti und Epsilon Eridani, zwei nahe sonnenähnliche Sterne.

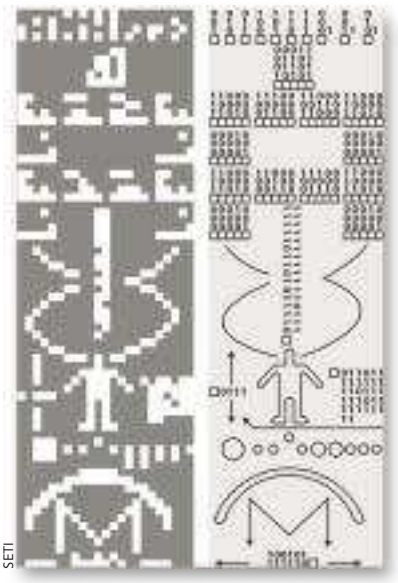
Zunächst verspottet, gelang es Drake im Lauf der Zeit, Interesse an der Suche nach extraterrestrischen Intelligenzen, kurz Seti, zu wecken. In weltweit über hundert Projekten lauschten in den vergangenen 45 Jahren die Radioastronomen ins All. Drake ist bis heute die treibende Kraft hinter den immer anspruchsvolleren Vorhaben. Beim »Allen Telescope Array«, einer riesigen Teleskopanlage, die das von Drake gegründete Seti-Institut in Kalifornien derzeit baut, soll erstmals die Suche nach außerirdischen Signalen Hauptzweck sein. Mit der Anlage können die Forscher bis zu eine Million Sterne rund um die Uhr überwachen.

Frank Drake feierte am 28. Mai 2005 seinen 75. Geburtstag.

SETI

Die Allen-Array-Teleskope sollen fast ausschließlich der Suche nach galaktischen Nachbarn dienen.

CORNELL U., NAIC



SETI

Die Arecibo-Schüssel dient den Seti-Forschern als Empfänger. 1974 sandten sie von hier auch selbst eine Nachricht ins All (rechts).

> sationen eine Kolonisierung der Galaxis betreiben würden. Die Kosten sind zu groß. Es wäre viel billiger, riesige Kolonien in ihrem eigenen Sonnensystem aufzubauen.

AH: Bei Ihren Seti-Projekten halten Sie nach Radio- oder optischen Signalen Ausschau. Ist das nicht ein wenig, als ob Steinzeitmenschen auf Rauchsignale vom Mond warten? Außerirdische, die uns auch nur um tausend Jahre voraus sind, nutzen doch wahrscheinlich ganz andere Kommunikationsmittel.

FD: Aber wir kennen keine besseren Methoden zur Kommunikation über große Entfernungen. Ja, vielleicht gibt es da einige, die wir noch nicht entdeckt haben – aber wir können dann auch nicht wissen, wie wir nach solchen Signalen suchen sollen!

AH: Der Schriftsteller Arthur C. Clarke bemerkte einst, die Technik jeder hoch entwickelten Zivilisation wäre für uns nicht von Magie zu unterscheiden. Wie also können wir überhaupt Artefakte einer Zivilisation erkennen, die uns um Millionen oder Milliarden Jahre voraus ist?

FD: Das ist eine ernste Frage, auf die auch ich keine Antwort weiß. Allerdings gibt es einige Aspekte künstlicher Signale, die wohl immer gültig sind: geringe Bandbreite, Polarisation, eine periodische Modulation. Und natürlich könnte man nach ungewöhnlichen astronomischen Phänomenen Ausschau halten. Bislang deuten jedoch keine Beobachtungen auf das Werk Außerirdischer hin.

AH: Warum sollte eine weit fortschrittliche Zivilisation überhaupt daran interessiert sein, mit uns zu kommunizieren?

FD: Vielleicht sind sie tatsächlich nicht an Kommunikation interessiert – aber daran, uns zu untersuchen. So wie wir es interessant finden, Insekten genauer unter die Lupe zu nehmen.

AH: Eine etwas erschreckende Vorstellung. Wie Mäuse in Tierexperimenten würden wir vielleicht gar nicht bemerken, dass die Außerirdischen uns erforschen.

FD: Ja, das ist die so genannte Zoo-Hypothese. Ich kann mir aber nur schwer vorstellen, dass die Außerirdischen völlig unentdeckt bleiben könnten.

AH: Einige Forscher fordern, nicht nur nach Signalen zu lauschen, sondern

Einsame Erde?

100 Milliarden Sterne hat die Milchstraße. Selbst wenn nur ein kleiner Teil davon erdähnliche Planeten besäße, könnte dies noch Abermillionen belebter Welten allein in unserer Galaxis bedeuten. Bleibt die Frage, ob die Entstehung von Leben zwangsläufig auch zu intelligenten Lebensformen führt.

»In unserer Biosphäre stellen kreative Leistungen, wie der Mensch sie vollbringt, ein Unikat dar«, gibt Evolutionsforscher Ulrich Kutschera von der Universität Kassel zu bedenken, »nur eine einzige von Millionen Spezies auf der Erde hat dies erreicht.« Deshalb hält er die Vermutung, man werde bald mit Außerirdischen korrespondieren, für irrig. In die gleiche Kerbe schlagen der Astronom Donald Brownlee und der Paläontologe Peter Ward in ihrem Buch »Unsere einsame Erde«. Sie geben zu bedenken, dass über drei Milliarden Jahre ausschließlich Bakterien die Erde bevölkerten, bevor Pflanzen und Tiere sie eroberten. Die Entstehung komplexen Lebens sei also unwahrscheinlich und von vielen Zufällen abhängig.

Andere Forscher wie David Grinspoon von der University of Colorado widersprechen, das Leben habe sich lediglich an die von der Erde gebotenen Bedingungen angepasst und würde das auch auf einem anderen Planeten tun. »Die intelligenten Wesen dort würden ebenfalls sagen: Schaut, wie einzigartig unser Planet ist – nur hier war unsere Entwicklung möglich«, meint Grinspoon.

Allerdings hat auch die optimistische Sichtweise ihre Tücken: Wo sind die Außerirdischen? Schon vor Milliarden Jahren könnte auf erdähnlichen Planeten Leben entstanden sein. Der Physiker Enrico Fermi rechnete bereits 1943 bei einem Mittagsgespräch seinen Kollegen vor, dass intelligente Wesen nur wenige Millionen Jahre bräuchten, um die ganze Galaxis zu besiedeln. Die Außerirdischen müssten dort also inzwischen jeden Winkel erreicht haben. Für Fermi war damit klar: Sie sind nicht da – also gibt es sie nicht!

Die Drake-Gleichung

Seti ist die Suche nach der Stecknadel im galaktischen Heuhaufen. Das Problem dabei: Die Forscher wissen nicht, wie viele Stecknadeln im Heuhaufen versteckt sind – nicht einmal, ob es dort überhaupt auch nur eine einzige gibt. Um statistisch die Anzahl der technischen Zivilisationen in der Milchstraße abzuschätzen, zerlegte Frank Drake 1960 das Problem in sieben Faktoren. Seine Gleichung (Foto S. 60) $N = R_* f_p n_e f_l f_i f_c L$ ist seitdem als Drake-Formel bekannt.

Die Faktoren bedeuten im Einzelnen:

R_* Zur Entstehung intelligenten Lebens braucht es bewohnbare Planeten und Planeten entstehen im Gefolge eines Sterns. R_* ist die Anzahl der Sterne, die pro Jahr in unserer Milchstraße entstehen. Diese Größe ist recht genau bekannt: Im Mittel bringen die Gaswolken der Galaxis einen neuen Stern pro Jahr hervor.

f_p ist das Verhältnis von Planeten zu Sternen. Mit zunehmender Beobachtung von Exoplaneten – auch in Mehrfachsternsystemen – ist dieser Faktor in den letzten Jahren immer größer geworden.

n_e stellt den Bruchteil der Planeten dar, die in der »habitablen Zone« um ihr Zentralgestirn liegen und über alle für biologische Prozesse notwendigen Bedingungen verfügen – feste Oberfläche, moderate Temperaturen, ein Magnetfeld und eine Atmosphäre, die vor Strahlung schützen et cetera.

f_l Wie wahrscheinlich ist die tatsächliche Entstehung von Leben? Die chemischen Grundbausteine für die Lebensentstehung – bis hin zu Aminosäuren – finden sich sogar im lebensfeindlichen Weltall. Auf der Erde sind die ersten primitiven Lebensformen sofort entstanden, als die Erdkruste genügend abgekühlt war, um eine Stabilität der komplexen Lebensmoleküle zu ermöglichen.

f_i Das erste Nadelöhr: Während die Entstehung des Lebens fast auf Anhieb erfolgte, vergingen fast vier Milliarden Jahre bis zum Aufstieg einer intelligenten Spezies. Vielleicht ist Zivilisation nicht das logische Endprodukt der Evolution, sondern ein unerhört seltener Zufall …

f_c Wie viele der intelligenten Arten bringen eine technische Zivilisation mit den Mitteln zur interstellaren Kommunikation hervor – und **L,** wie groß ist die Lebensdauer einer solchen technischen Zivilisation?

Die meisten dieser Faktoren sind nur grob abschätzbar. Die Spanne der Ergebnisse der Formel reicht daher von mehreren Millionen Spezies bis zu einer einzigen, nämlich unserer eigenen.

selbst aktiv zu senden. Ist das nicht etwas gefährlich, da wir doch nichts über die Motive und Moralvorstellungen möglicher Außerirdischer wissen?

FD: Vielleicht. Aber es ist ohnehin zu spät. Durch unsere Fernsehsender haben wir unsere Existenz seit Langem verraten. Wir können also ruhig auch eine Botschaft der Freundschaft ausstrahlen, um die Außerirdischen zu beruhigen.

AH: Wenn Sie sich die Geschichte von Urvölkern auf der Erde anschauen, die mit der modernen Zivilisation in Kontakt kamen – sei es in Amerika oder Australien –, machen Sie sich dann keine Sorgen über die Folgen eines möglichen Kontakts mit Außerirdischen?

FD: Nein, das ist in der Galaxis kein Problem. Die Entfernungen sind so groß, dass Eroberung oder Ausbeutung sinnlos wäre. Die Situation ist völlig verschieden von jener auf der Erde vor einigen hundert Jahren.

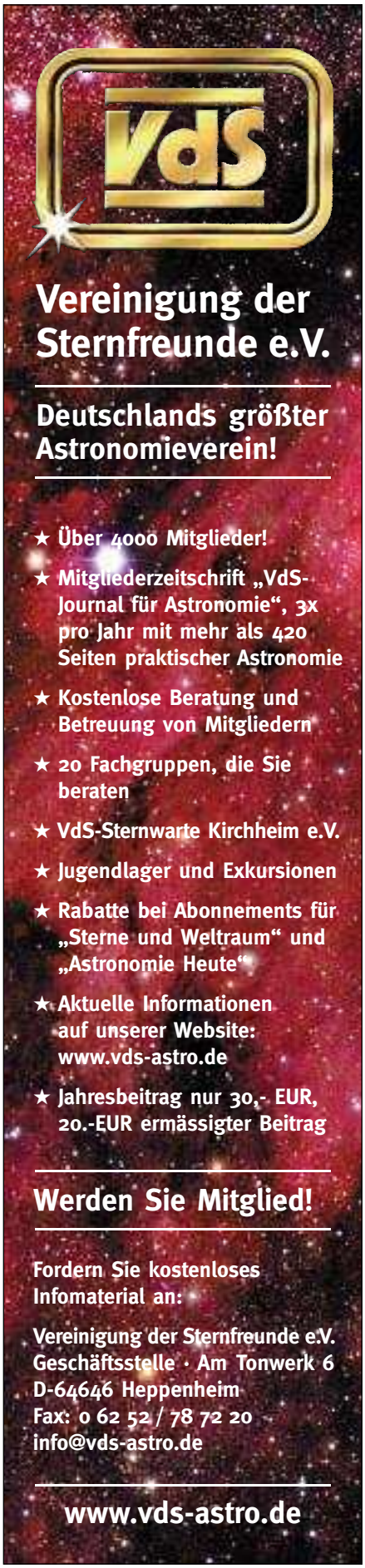
AH: Und wann rechnen Sie mit dem ersten Kontakt?

FD: In etwa zwanzig Jahren. Irgendwo im Band der Milchstraße, wahrscheinlich nahe dem galaktischen Zentrum, werden wir auf eine Zivilisation stoßen.

Das Interview führte **Rainer Kayser.**

Seti@home Um die Signale zu verarbeiten, die die Seti-Forscher ununterbrochen empfangen, ist eine ungeheure Rechenleistung notwendig. Um die aufzuwenden, greifen die Astronomen zu einem Trick: Das Programm Seti@home bedient sich ungenutzter Ressourcen auf den Rechnern von Privatpersonen, die sich an der Suche nach Außerirdischen beteiligen wollen. Mehr dazu in AH 9/2004, S. 73.

»Sie haben Post!« Schon mehrfach haben die Menschen versucht, Kontakt mit eventuellen Nachbarn in der Galaxis aufzunehmen. Mehr darüber und über die Nachricht, die Drakes Kollegen vom Arecibo-Observatorium aus verschickten, lesen Sie in »Briefe ins All«, AH 1-2/2005, S. 61.



Auf schmalem Grat

Vor 375 Jahren starb Johannes Kepler – ein Querdenker, der inmitten der religiösen Wirren seiner Zeit die Wissenschaft revolutionierte.

>> Kerstin Beckert

Aus urheberrechtlichen Gründen können wir Ihnen die Bilder leider nicht online zeigen.

Der Gelehrte Johannes Kepler lebte und forschte zu einer Zeit, die geprägt war von Intoleranz. In den Wirren des Dreißigjährigen Kriegs kämpften Katholiken gegen Lutheraner und unliebsame Mitbürger wurden auf dem Scheiterhaufen verbrannt – eine gefährliche Epoche für neue Theorien und Weltanschauungen. Wer heute auf dem Marktplatz im schwäbischen Weil der Stadt spazieren geht, kann freilich kaum glauben, dass es auch in dieser beschaulichen Ortschaft einmal Bürgeraufstände und Hexenverfolgungen gab. Hier, in dem kleinen Fachwerkhaus in der Keplergasse 2, kam am 27. Dezember 1571 im hintersten Zimmer des Obergeschosses Johannes Kepler zur Welt.

Johannes' Vater Heinrich war ein Söldner, der die kleine Familie immer wieder verlassen musste. Seine Mutter Katharina beschrieb der Sohn später als intelligente, aber zänkische und klatschsüchtige Frau, die sich ungefragt in fremde Angelegenheiten einmischte. Dennoch verdankte Kepler ihr viel, denn sie weckte auch durch die gemeinsame Beobachtung eines Kometen im Jahr 1577 in ihm das Interesse an der Astronomie. Da der Bub jedoch sehr kurzsichtig war – die Folge einer Pockenerkrankung in frühester Kindheit –, sollte er sich zeit seines Lebens vor allem auf die mathematische Beschreibung der Himmelskörper konzentrieren.

Fünf Jahre nach Keplers Geburt zogen die Eltern mit ihrem Sohn nach Leon-

Im Jahr 1627 wurde das Porträt des Kaiserlichen Mathematikers Johannes Kepler in der Bibliothek der Universität Straßburg aufgehängt.

Ein Leben im Museum

Der Gelehrte Johannes Kepler kam in einem kleinen Fachwerkhaus am Marktplatz von Weil der Stadt zur Welt. In den letzten Tagen des Dreißigjährigen Kriegs wurde es zerstört und wenig später wieder aufgebaut. 1938 hat es die Kepler-Gesellschaft gekauft und ein Museum darin eingerichtet.

Öffnungszeiten: Dienstag bis Freitag 10 – 12 Uhr und 14 – 16 Uhr; Samstag 11 – 12 Uhr und 14 – 16 Uhr; Sonntag 11 – 12 Uhr und 14 – 17 Uhr.

Eintrittspreise: 2 Euro für Erwachsene, 50 Cent für Schüler und Studenten.

Weitere Informationen unter 07033 521-131 oder www.kepler-museum.de

Aus urheberrechtlichen Gründen können wir Ihnen die Bilder leider nicht online zeigen.

berg, wo sogleich die Schulzeit begann. Obwohl der begabte Junge immer wieder auf dem Feld und in der Gastwirtschaft seiner Eltern aushelfen musste, waren seine Noten so gut, dass er in Tübingen 1589 ein Theologiestudium beginnen konnte.

Manfred Fischer, Vorsitzender der Kepler-Gesellschaft, beschreibt seine Leistungen dort als herausragend, allerdings habe der tief religiöse Student auch durch unorthodoxe Gedanken auf sich aufmerksam gemacht. So kam er zu der gefährlichen Überzeugung, dass die calvinistische Abendmahlslehre der lutherischen vorzuziehen sei. Kepler konnte einfach nicht glauben, dass Christus beim Abendmahl leibhaftig gegenwärtig sein soll – eine der Ansichten, denen der religiöse Wissenschaftler allen Widerständen zum Trotz sein Leben lang treu blieb.

Sonne als Wohnstatt Gottes

In den Vorlesungen seines Mathematiklehrers begeisterte sich Kepler zudem für das Weltbild des Nikolaus Kopernikus (1473 – 1543), der fünf Jahrzehnte zuvor das fast zweitausend Jahre alte Dogma von Aristoteles von der zentralen Stellung der Erde in Frage stellte. Kepler sah in dieser Weltanschauung freilich nichts Gotteslästerliches: Für ihn war die Sonne Wohnstatt Gottes und ihr Licht die Ausstrahlung göttlicher Kraft. Warum also sollte sie nicht im Zentrum stehen und die Planeten auf ihrer Bahn halten? Die entscheidenden mathematischen Argumente für diese heliozentrische These veröffentlichte Kepler zwei Jahrzehnte später in der »Astronomia Nova« (Neue Astronomie).

Wegen seiner eigenwilligen Auslegung des Abendmahls hatte Kepler keine Aussicht auf eine Anstellung als lutherischer Geistlicher. Der 23-Jährige ging daher 1594 als Mathematiklehrer nach Graz und unterrichtete dort den Nachwuchs der Landstände. Er heiratete die reiche Witwe Barbara Mühleck und wurde zweimal Vater. Obwohl sich Kepler mit seiner Familie gut in der neuen Heimat einlebte, wurde er durch die katholische Gegenreformation dazu gezwungen, Graz zu verlassen. Im Jahr 1600 nahm er eine Stelle als Gastwissenschaftler bei Tycho Brahe (1546 – 1601) in Prag an. Der Däne, der bereits für seine genauen astronomischen Beobachtungen bekannt war, arbeitete als kaiserlicher Mathematiker am Hof Rudolph II.

Laut Manfred Fischer ergänzten sich die beiden Wissenschaftler fachlich hervorragend, während sie menschlich kaum unterschiedlicher sein konnten: Kepler war tief religiös und an sich friedfertig – als Rhetoriker aber brauste er schnell auf. Brahe dagegen war ein ungerechter Mensch, dem Großmut oder Milde fremd waren. Ein gespanntes Verhältnis, das auch zu kriminalistischen Spekulationen anregte. So wurde Kepler in einem amerikanischen Roman sogar des Quecksilbermords an Brahe verdächtigt, der im Jahr 1601 starb. Das unterstellte Motiv: dessen akribisch notierte Positionsdaten von 777 Fixsternen und Planeten, von denen der mathematisch exzellente, aber mit Kurzsichtigkeit gestrafte Kepler nach Brahes Tod profitieren konnte. Eine »absurde Verschwörungstheorie«, die von der Fachwelt abgelehnt wird.

Rätselhafte Marsbahn

Kurz bevor Brahe starb und Kepler sein Nachfolger als kaiserlicher Mathematiker am Hof Rudolphs wurde, erhielten beide von ihrem Dienstherrn einen gemeinsamen Auftrag: Sie sollten ein genaues astronomisches Tafelwerk erstellen, mit dem sich die Positionen von Sonne, Mond und Planeten berechnen ließen: die Tabulae Rudolphinae (Rudolphinische Tafeln) – ein Denkmal für einen Kaiser, der sich vor allem als Förderer der Künste und Wissenschaften verstand. Nach Brahes Tod musste Kepler dessen Beobachtungsdaten allerdings allein auswerten. Dabei konzentrierte er sich hauptsächlich auf den Mars und dessen offensichtliche Abweichung von der Kreisbahn.

Bei seinen Versuchen, diese mathematisch nachzuvollziehen, stellte er fest, dass sich seine Positionsberechnungen >

Keplers Tempel der Astronomie

Der Physik des Himmels hat Kepler einen Tempel gewidmet – er glaubte, dass diese Disziplin der modernen Astronomie ein Dach aufsetzt. Obenauf trägt Urania, die Göttin der Astronomie, eine Kepler'sche Ellipse. Das Dach wird von zwölf Säulen gestützt, die sowohl die antike Astronomie als auch die Erkenntnisse von Kopernikus und Brahe symbolisieren. Letzterer weist auf die Rudolphinischen Tafeln hin; eine Abbildung des geoheliozentrischen Weltbilds findet sich im Dach. Im Sockel sind der Arbeitstisch Keplers und die Druckerei in Ulm dargestellt. Der Geld spuckende Adler nimmt den Umstand aufs Korn, dass sich der Kaiser an den Druckkosten für die Tafeln nicht nennenswert beteiligt und Kepler schlecht entlohnt hat.

NORDICO, MUSEUM DER STADT LINZ, ÖSTERREICH

> erheblich von den Beobachtungen Brahes unterschieden. Die Differenz schien zu groß, als dass sich der Effekt nur auf die Marsbahn beschränken konnte. Der clevere Astronom folgerte daraus: Wenn die Umlaufbahn des Mars nicht kreisförmig ist, dann können das auch nicht die der anderen Planeten sein.

Nach vielen Versuchen, eine geeignete Bahnform zu finden, stieß Kepler schließlich auf die Ellipse. Außerdem erkannte er, dass die Planeten umso schneller werden, je näher sie entlang ihrer Bahn der Sonne kommen. Damit war auch die Geschwindigkeit der Erde um die Sonne nicht konstant. Mit dieser Theorie stürzte der geniale Mathematiker endgültig das uralte Dogma der gleichförmigen Kreisbewegung, welches Aristoteles beinahe zweitausend Jahre zuvor aufgestellt hatte. Er veröffentlichte die beiden ersten Kepler'schen Gesetze 1609 in der »Astronomia Nova«. Zudem legte er in Prag mit den Abhandlungen »Astronomia pars optica« (1604) und »Dioptrice« (1611) sowie dem Kepler-Fernrohr den Grundstein für die wissenschaftliche Optik.

Harmonisches Weltgesetz

Ein Jahr später zog Kepler nach dem Tod seines Gönners Rudolph zum fünften Mal um. Im oberösterreichischen Linz nahm er – zusätzlich zu seinem Amt als Kaiserlicher Mathematiker – ein weiteres Mal die Stelle eines Lehrers an. In dieser Zeit starb seine Frau, und seine Mutter wurde im Dezember 1615 der Hexerei angeklagt. Auslöser war der Streit mit einer Nachbarin, die von der »Kräuterhexe« angeblich krank gezaubert wurde. Dies führte dazu, dass der Vogt Lutherus Einhorn die alte Frau zum Verhör in seine Amtsstube zerrte.

Obwohl sie später wieder nach Hause durfte, war die Anklage wegen Hexerei nicht mehr abzuwenden. Kepler selbst ließ nichts unversucht, seine Mutter zu retten. Er fuhr mehrmals nach Leonberg und verteidigte sie persönlich. Dennoch konnte er nicht verhindern, dass man die alte Frau im Juli 1620 in einer Kiste nachts aus dem Haus ihrer Tochter verschleppte und für 14 Monate im Turm zu Güglingen ankettete. Erst nachdem sie trotz Folterandrohung standhaft blieb, wurde die inzwischen siebzigjährige Frau freigelassen – ein halbes Jahr später starb sie.

Trotz dieser persönlichen Schicksalsschläge war Kepler von einem harmonischen Weltgesetz beseelt. Er glaubte, dass »die Schöpfung Gottes nach harmonischen Grundprinzipien« aufgebaut ist. Und die suchte der Astronom zunächst in der Musik: So identifizierte er durch die unterschiedliche Teilung der Saite eines Streichinstruments gleich sieben harmonische Intervalle – das Zahlenverhältnis 1:2 etwa steht für eine Oktave, 2:3 für eine Quinte.

Kepler war überzeugt, ein allumfassendes Weltgesetz gefunden zu haben, dem auch der Kosmos gehorcht. Er übertrug daher die sieben Proportionen auf die Planetenbahnen: Dazu verglich er die Winkelgeschwindigkeiten der einzelnen Planeten, wenn diese Aphel und Perihel durchwandern.

Für den Mars ergab sich so das Teilungsverhältnis der Quinte von 2:3 – der Planet war also im sonnenfernsten Punkt um etwa ein Drittel langsamer als in Sonnennähe. Diese Geschwindigkeitsunterschiede führte der Astronom auf harmonische Tonfolgen zurück und stieß schließlich auf das dritte Kepler'sche Gesetz: »Die Quadrate der Umlaufzeiten zweier Planeten verhalten sich wie die dritten Potenzen ihrer mittleren Abstände.« Veröffentlicht wurde es 1619 in der »Harmonice Mundi« (Weltharmonik).

Die Entdeckung der Logarithmenrechnung durch den Schotten John Napier 1617 reduzierte den Rechenaufwand bei den Rudolphinischen Tafeln für Kepler erheblich und so konnte er sie 1624 endlich fertig stellen. Allerdings zwangen ihn die Wirren des Dreißigjährigen Kriegs und seine Weigerung, zum Katholizismus überzutreten, wieder einmal zu einem Umzug.

Die letzten Jahre

Er verließ Linz und druckte sein Tafelwerk in Ulm auf eigene Kosten. 1628 nahm er eine Stelle im schlesischen Sagan an – als Hofastrologe von Albrecht von Wallenstein. Das Angebot versprach ein höheres Jahresgehalt und die freie Ausübung seiner Religion – ein Segen für Kepler, der durch die schlechte Zahlungsmoral seiner Arbeitgeber ständig unter Geldmangel litt.

Zwei Jahre später machte sich der Mathematiker auf den Weg nach Regensburg, wo er längst fällige Gehaltszahlungen vom Kaiser einfordern wollte. Allerdings war das Wetter auf der langen Reise so schlecht, dass Kepler an hitzigem Fieber erkrankte. Der Astronom starb am 15. November 1630 im Alter von fast 59 Jahren. <<

Kerstin Beckert, Biologin und freie Wissenschaftsjournalistin, interessiert sich auch für Astronomie.

Weblinks:

www.kepler-portal.de ▪ http://kepler.nasa.gov/ ▪ www.kepler-gesellschaft.de/stellungnahme.htm

Alpine Kuppeln

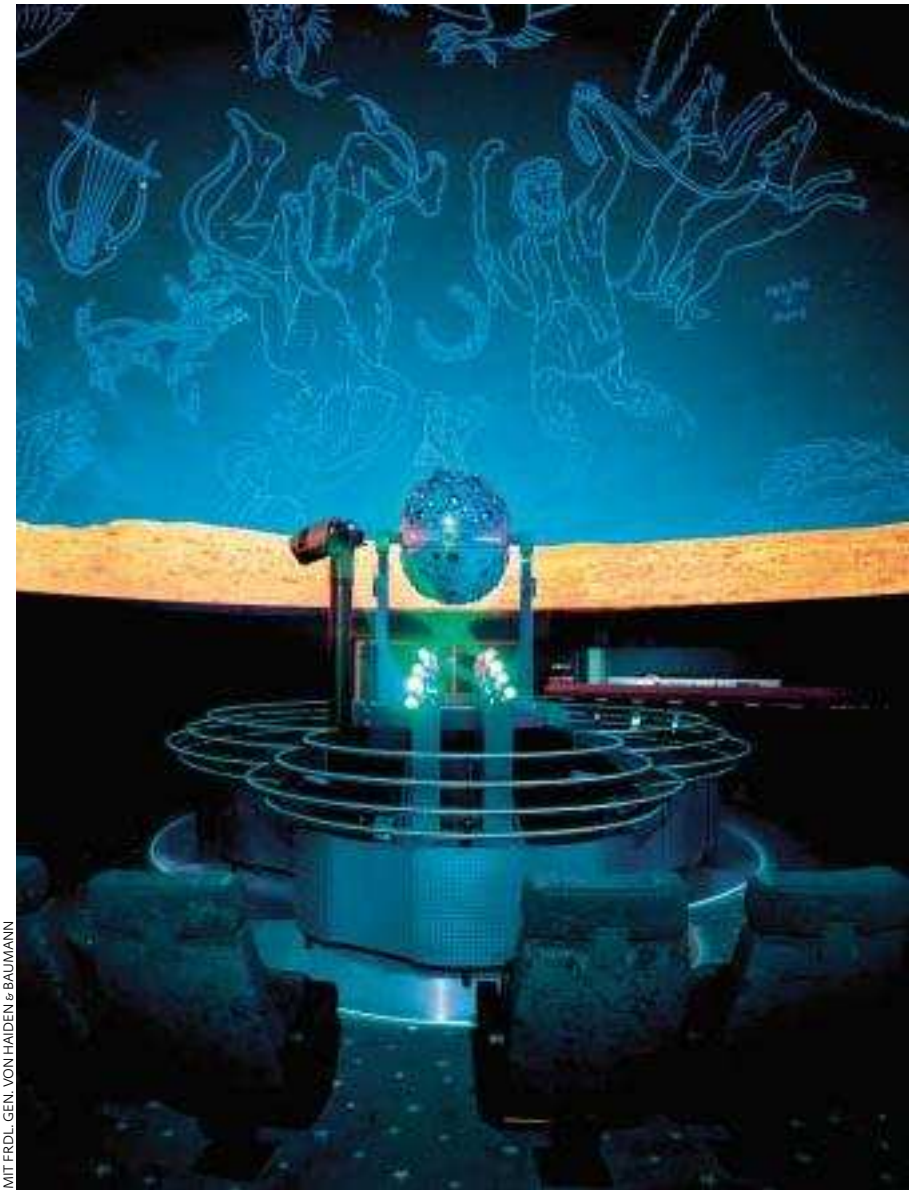
Stimmen Sie sich mit einem Planetariumsbesuch auf den sternklaren Himmel Österreichs ein.

>> Andreas Scholl

Auf den Tag genau zwei Jahre waren seit der offiziellen Einweihung des ersten Projektionsplanetariums im Deutschen Museum in München vergangen (AH Oktober 2004, S. 28). Nun, am 7. Mai 1927, sollte es auch in der österreichischen Hauptstadt so weit sein: Erstmals öffnete außerhalb Deutschlands ein Sterntheater seine Tore. Es war Teil der Ausstellung »Wien und die Wiener« in der Museumsstraße, direkt vor dem Messepalast. 420 Personen fanden in der Zwanzig-Meter-Kuppel Platz.

Bereits im September 1928 wurde das Gebäude, eine einfache Holzkonstruktion, wieder demontiert und wenig später am Praterstern, neben dem berühmten Tegetthoff-Denkmal, wieder aufgebaut. Die Leitung übernahm der bekannte populärastronomische Schriftsteller und Professor Oswald Thomas.

Wie bei den meisten Planetarien, die es zu jener Zeit gab, ebbte auch in Wien das Interesse der Bevölkerung nach kurzer Zeit ab. Der Planetariumsprojektor, ein Zeiss-Modell II, wurde immer öfter zu Gunsten von Kinovorstellungen hinausgefahren und ab Mitte 1933 fanden fast keine Vorführungen mehr statt. Zunächst war das Gebäude noch mit »Planetarium« und »Kino« beschriftet, auf späteren Aufnahmen des Pratersterns erkennt man nur noch den Schriftzug »Kino Tegetthoff«.



MIT FRDL. GEN. VON HAIDEN & BAUMANN

Die nächste Generation

Der Zweite Weltkrieg brachte dem Wiener Planetarium das endgültige Aus: Das Gebäude brannte komplett nieder. Der Projektor konnte zwar noch rechtzeitig ausgebaut werden, doch wo er genau gelagert wurde und was später mit ihm geschah, ist leider nicht bekannt.

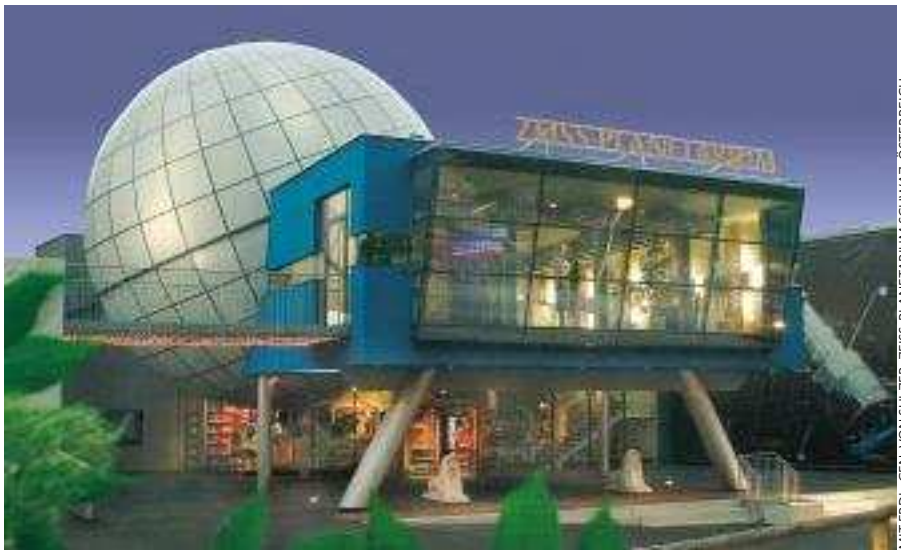
Einige Jahre nach Kriegsende beschloss die Stadt, ein neues Planetarium zu errichten. Direkt neben dem weltberühmten Riesenrad im Prater entstand das bis heute einzige Großplanetarium Österreichs. Das am 20. Juni 1964 eingeweihte Gebäude ist bis heute fester Bestandteil der so genannten Wien-Woche und wird deshalb von vielen Schulklassen aus der ganzen Republik besucht. Die Wien-Woche wird vom staatlichen Bildungsministerium unterstützt und soll der Jugend ihre Hauptstadt näher bringen. Zu den Programmpunkten gehören daneben das Parlament, der Stephansdom, das Schloss Schönbrunn und der Prater.

Die Lichter der Großstadt

bleiben außen vor und ermöglichen dem Zeiss-Modell IX Universarium den besten Sternhimmel, den sich ein Wiener nur vorstellen kann.

Architektonische Extreme
im Planetariumsbau: Die alpine »Ferienanlage Sterngucker« (oben), Zuhause der Sternwarte Königsleiten inklusive Sterntheater. Dagegen mutet das 2000/01 errichtete Zeiss-Planetarium Schwaz wie ein Entwurf für eine künftige Mond- oder Marsstation an.

ANDREAS SCHOLL


MIT FRDL. GEN. VON SULZER, ZEISS-PLANETARIUM SCHWAZ, ÖSTERREICH

Fast vier Jahrzehnte lang erfuhr es keine wesentlichen technischen Veränderungen, bis zu Beginn des neuen Millenniums. Der betagte Planetariumsprojektor, das Zeiss-Modell IV, durfte seinen wohl verdienten Ruhestand antreten und machte seinem Nachfolger Platz, einem Zeiss-Modell IX Universarium. Dieser Projektortyp stellt den Sternhimmel in vorher nicht da gewesener Brillanz dar und ist ein Höhepunkt in der Entwicklung der Planetariumstechnik. Auch die Bestuhlung wurde erneuert und erlaubt den Besuchern nun eine entspannte und noch bequemere Reise ins Reich der Sterne und Planeten.

Das Wiener Planetarium war nur für wenige Jahre nach seiner Eröffnung das einzige in Österreich. Claus Krieger, Gründer des Yachtclub Austria, erwarb Anfang der 1970er Jahre einen Kleinplanetariumsprojektor von Zeiss mit der Seriennummer 303, der im Clubhotel Tirol in Kirchberg installiert und dort bis 1982 für Astronavigationsunterricht genutzt wurde.

Mit dem Verkauf des Clubhotels wurde auch der Ausbau und der Umzug des Instruments, eines ZKP 1, notwendig. Neuer Standort war der Festungsneuhof in Kufstein, direkt neben der Heldenorgel, der größten Freiluftorgel der Welt. Dort war es bis zum Jahr 2000 in Betrieb.

Bereits im darauf folgenden Jahr öffnete unter der Leitung von Claus Kriegers Sohn Axel ein neues Sterntheater in Tirol seine Pforten. In der Silberstadt Schwaz, bekannt vor allem durch das Schaubergwerk, wurde es bald zu einer der Hauptattraktionen der Region (unteres Foto). Zur technischen Ausstattung gehören 16 Diaprojektoren, ein ausgeklügeltes Soundsystem und ein Zeiss-Projektor vom Typ ZKP 3 Skymaster in einer Acht-Meter-Kuppel.

Wie viele andere Planetarien vergibt auch das in Schwaz Patenschaften für Sterne am Planetariumshimmel. Der hellste von ihnen, Sirius, hat einen ganz besonderen Paten: den bekannten Skirennläufer und Olympiasieger Stephan Eberharter. Nach Ende seiner aktiven Karriere fand der Sportler im Sommer dieses Jahres Zeit, das Planetarium zu besuchen, um »seinen« Stern selbst zu sehen.

Im Westen viel Neues

Das Planetarium in Schwaz ist jedoch nicht das einzige im Westen Österreichs. Nur einen Steinwurf von der Landesgrenze zu Tirol entfernt liegt im Salzburger Land das etwa fünfzig Einwohner zählende Bergdorf Königsleiten, das zur Gemeinde Wald im Pinzgau gehört. Vielen Wintersportlern ist Königsleiten ein Begriff, im Sommer ist es ein Paradies für Wanderer und Bergsteiger. Ein Sterntheater würde man in dieser Umgebung eher nicht vermuten.

Die Beobachtungsbedingungen könnten hier auf 1600 Meter Höhe kaum besser sein. Verantwortlich dafür sind im Norden die Kitzbüheler Alpen sowie im Süden die Zillertaler Alpen und die Hohentauern. Sie halten die Wolken fern, sodass in Königsleiten häufig selbst dann klare Sicht herrscht, wenn es ringsherum bewölkt ist. Also ein idealer Standort für eine Sternwarte.

Leider gibt es auch in Königsleiten nicht immer schönes Wetter. Deshalb entschloss man sich vor zehn Jahren, hier nicht nur eine Sternwarte zu bauen, sondern gleichzeitig ein Planetarium, um den Besuchern die Wunder des Weltalls zeigen zu können, wenn das Wetter eine Beobachtung am Teleskop nicht zulässt. Beides ist in einen Hotelkomplex, die »Ferienanlage Sterngucker« (Foto ganz oben), integriert.

ANDREAS SCHOLL

Eine traditionelle Kuppel prägt das Erscheinungsbild des Planetariums in Klagenfurt und lockt auch Besucher des berühmten Themenparks Minimundus an.

> Die Sternwarte Königsleiten arbeitet mit Observatorien in den USA, Mexiko, Armenien, Russland und dem deutschsprachigen Raum zusammen. Die beachtliche Ausstattung macht sie zu einem Mekka für Hobby- und Berufsastronomen. Unter anderem stehen für Beobachtungen ein Sechzig-Zentimeter-Cassegrain mit sechs Meter Brennweite und ein Zwanzig-Zentimeter-Zeiss-Refraktor mit 1,80 Meter Brennweite zur Verfügung. Schwerpunkt der gemeinsamen Forschungsarbeit ist die Wechselwirkung von Sternsystemen, beispielsweise der »Kannibalismus« unter den Galaxien. Finanziell getragen wird der Betrieb vom Förderverein Sternwarte Königsleiten e. V. mit Sitz in München.

Das Planetarium, wie jenes in Schwaz ebenfalls mit einem ZKP 3 ausgestattet, steht sogar im Guinness-Buch der Rekorde: Es ist das höchstgelegene Planetarium in Europa.

RFP – diese Abkürzung steht für »Raumflugplanetarium« und ist die Typenbezeichnung des heute dienstältesten Projektors in Österreich. Seit fast dreißig Jahren verrichtet er in Kärntens Landeshauptstadt Klagenfurt seinen Dienst. Träger und Eigentümer ist die Astronomische Vereinigung Kärntens (AVK), die im südlichsten Bundesland neben dem Planetarium (Foto oben) auch die Sternwarte Kreuzbergl und das Observatorium auf dem Gipfel der Gerlitze betreibt.

Der Entschluss, ein Planetarium zu errichten, reifte bei der AVK Anfang der 1970er Jahre. Zur damaligen Zeit war es für einen Verein aus Österreich gar nicht so einfach, bei Zeiss in Jena einen Projektor samt Zubehör zu kaufen. Normalerweise wurde die Lieferung des Instrumentariums auf Regierungsebene oder im Rahmen eines Tauschgeschäfts abgewickelt, wie es zum Beispiel später auch beim Wolfsburger Planetarium der Fall war. Daher gab es einige Hürden, die nach und nach bewältigt wurden, und auch die Bezahlung verlief schließlich abenteuerlich, aber reibungslos – in Form von Goldbarren der Österreichischen Nationalbank.

Mikro- und Makrokosmos

Die unendlichen Weiten des Weltalls und »die kleine Welt am Wörthersee« – in Klagenfurt liegen sie direkt nebeneinander. Von der Oper in Sydney über die Freiheitsstatue bis zum Eiffelturm sind sämtliche bekannten Bauwerke bei Minimundus im Miniaturformat vertreten. Seit 2003 ist im Eintrittspreis für den Themenpark auch eine galaktische Reise im Sterntheater enthalten.

Das Klagenfurter Planetarium produzierte gemeinsam mit den Kollegen in Wien und Schwaz die Kindershow »Ferien unter Sternen«, die in allen drei Einrichtungen sehr erfolgreich gezeigt wird. Dies ist ein lobenswertes Beispiel für die enge Zusammenarbeit zwischen den österreichischen Betreibern.

Mit Wien, Schwaz, Königsleiten und Klagenfurt hat Österreich also vier Planetarien – bei etwa acht Millionen Einwohner. Statistisch gesehen kommt jeweils ein Sterntheater auf zwei Millionen Österreicher. Verglichen mit der Quote in Deutschland – ein Planetarium für etwa eine Million Einwohner – könnte Österreich durchaus noch einige weitere kosmische Kinos vertragen. Sobald sich hier etwas tut, werden die Leser von ASTRONOMIE HEUTE sicherlich hautnah mit dabei sein. <<

Planetarien in Österreich

Zeiss-Planetarium Wien
Oswald-Thomas-Platz 1
A-1020 Wien
Telefon: +43 1 7295494
admin@planetarium-wien.at
www.planetarium-wien.at
Öffnungszeiten: täglich außer Montag

Zeiss-Planetarium Schwaz
Alte Landstr. 15
A-6130 Schwaz/Tirol
Telefon: +43 5242 72129
info@planetarium.at
www.planetarium.at
Öffnungszeiten: bis 31.10. 2005 täglich außer Montag, 01.11. bis 18.12. 2005 am Wochenende und an Feiertagen

Planetarium und Sternwarte Königsleiten
Königsleiten 29
A-5742 Wald im Pinzgau
Telefon: +43 6564 20014
sternwarte.kgl@aon.at
www.sternwarte-koenigsleiten.com
Öffnungszeiten: bis 31.10. 2005 täglich außer Montag und Dienstag, 01.11. bis 17.12. 2005 geschlossen

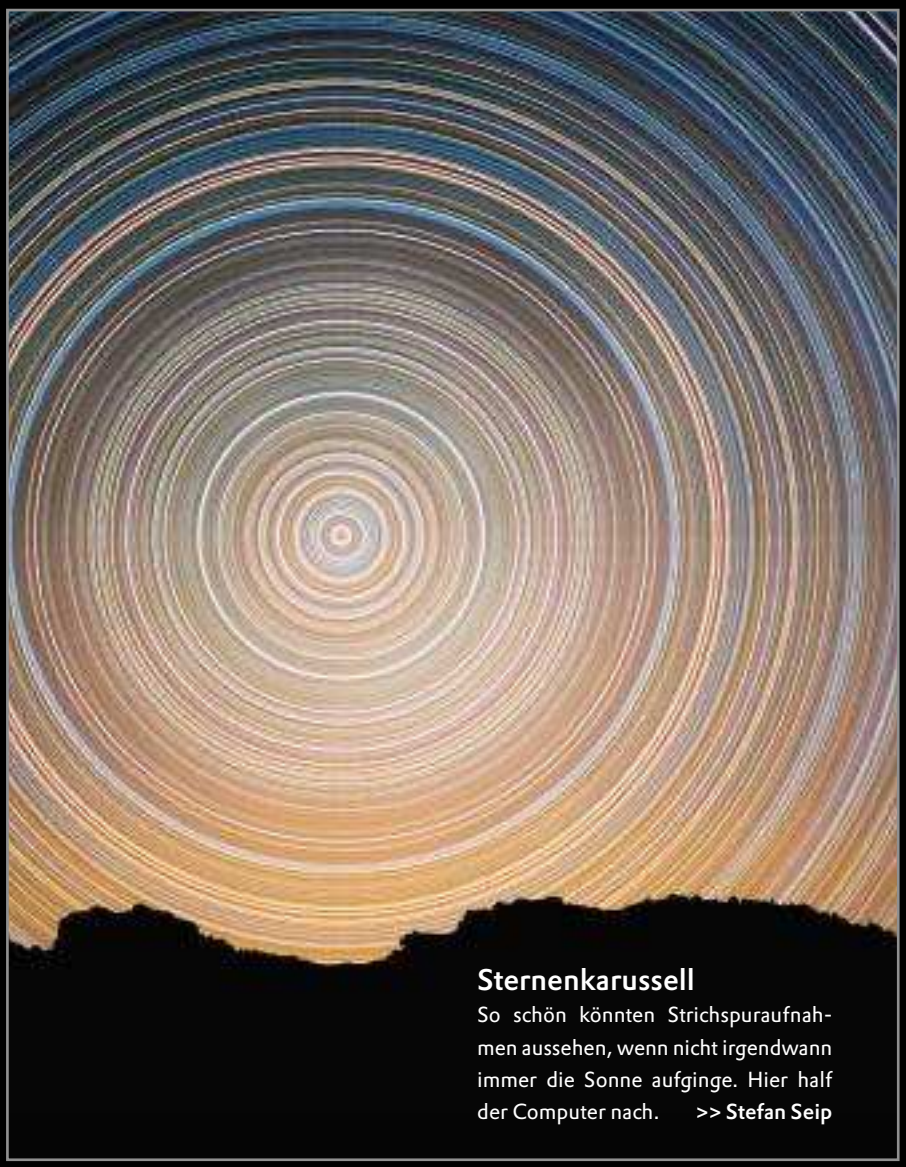
Planetarium Klagenfurt
Villacherstr. 239
A-9020 Klagenfurt
Telefon: +43 463 21700
planetarium@aon.at
www.planetarium-klagenfurt.at
Öffnungszeiten: bis 30.10. 2005 täglich (Zugang nur über Minimundus), danach am Wochenende

Details zu den Shows, Spielplänen und weiteren Öffnungszeiten erfahren Sie auf den jeweiligen Internetseiten.

Andreas Scholl lebt in seiner Wahlheimat Tirol und ist Webmaster des Internetlexikons www.planetarium-online.info.

Wünsch dir was!

Mitte August jagten die Perseiden-Meteorschauer über den sommerlichen Nachthimmel. Unsere Leser haben zur Kamera gegriffen und die Sternschnuppen für Sie eingefangen.

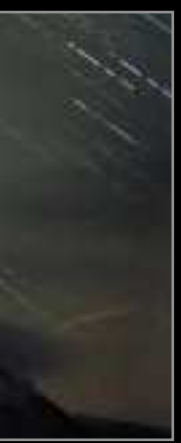


Sternenkarussell
So schön könnten Strichspuraufnahmen aussehen, wenn nicht irgendwann immer die Sonne aufginge. Hier half der Computer nach. **>> Stefan Seip**

Matterhorn-Bolide

Eine halbe Stunde lang konnte der Fotograf die Rauchspur des hellen Meteors rechts unten noch verfolgen. Die Aufnahmen entstanden in Findeln bei Zermatt in der Schweiz mit einer Nikon F 601 bei Blende 1.8 und fünfzig Millimeter Brennweite. Belichtet wurde sechs, neun, vier beziehungsweise fünf Minuten.

>> Thomas Helms

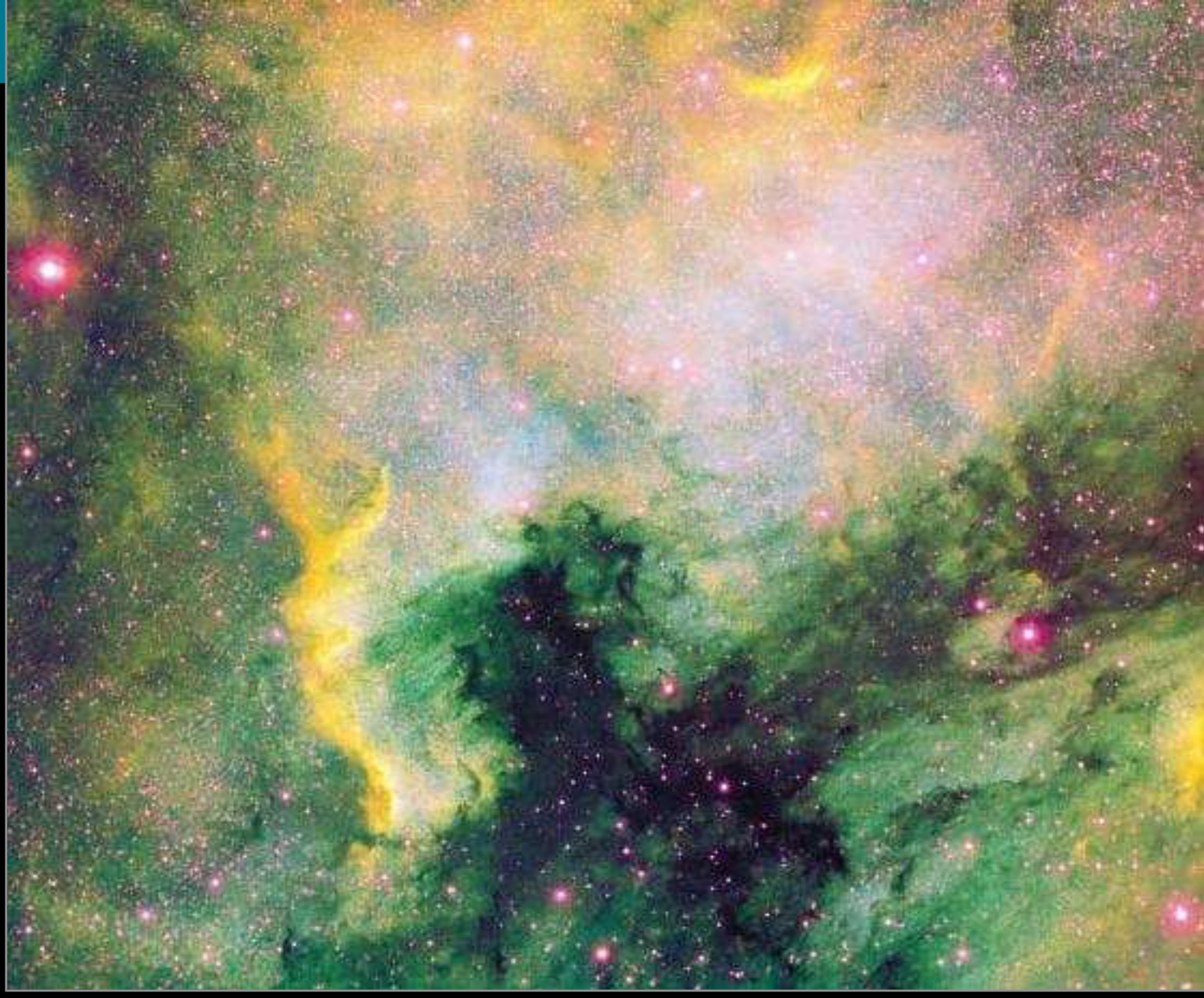


Hingucker
Sieben Perseiden und ein Querschläger (rechts oben) vor der Sommermilchstraße – eine anschauliche Demonstration, warum die Astronomen von »Meteorschauern« sprechen. Canon EOS 20Da, Iso 1600 **>> Stefan Seip**

Schillerwolken
… über Plankstadt, aufgenommen mit einer Minolta Dimage ZI bei fünfzig Millimeter Brennweite **>> Thomas Krupp**

Unten leuchtet der Helixnebel NGC 7293 im Sternbild Wassermann im 25-Zentimeter-Newton. **>> Martin Wagner**

Perseus' Speere
Eine doppelte und eine besonders helle Sternschnuppe durchstoßen die Strichspuren der Sterne auf einem Fujichrom-800-Film. 15 Minuten Belichtungszeit
>> Thomas Helms



Hubbleverdächtig

Fast wie mit dem berühmten Weltraumteleskop aufgenommen sieht der Nordamerikanebel aus – doch nur die Farbgebung wurde an dessen Bilder angelehnt. Filter: Rot = Schwefel-II, Grün = H-Alpha, Blau = Sauerstoff-III

>> Stefan Seip

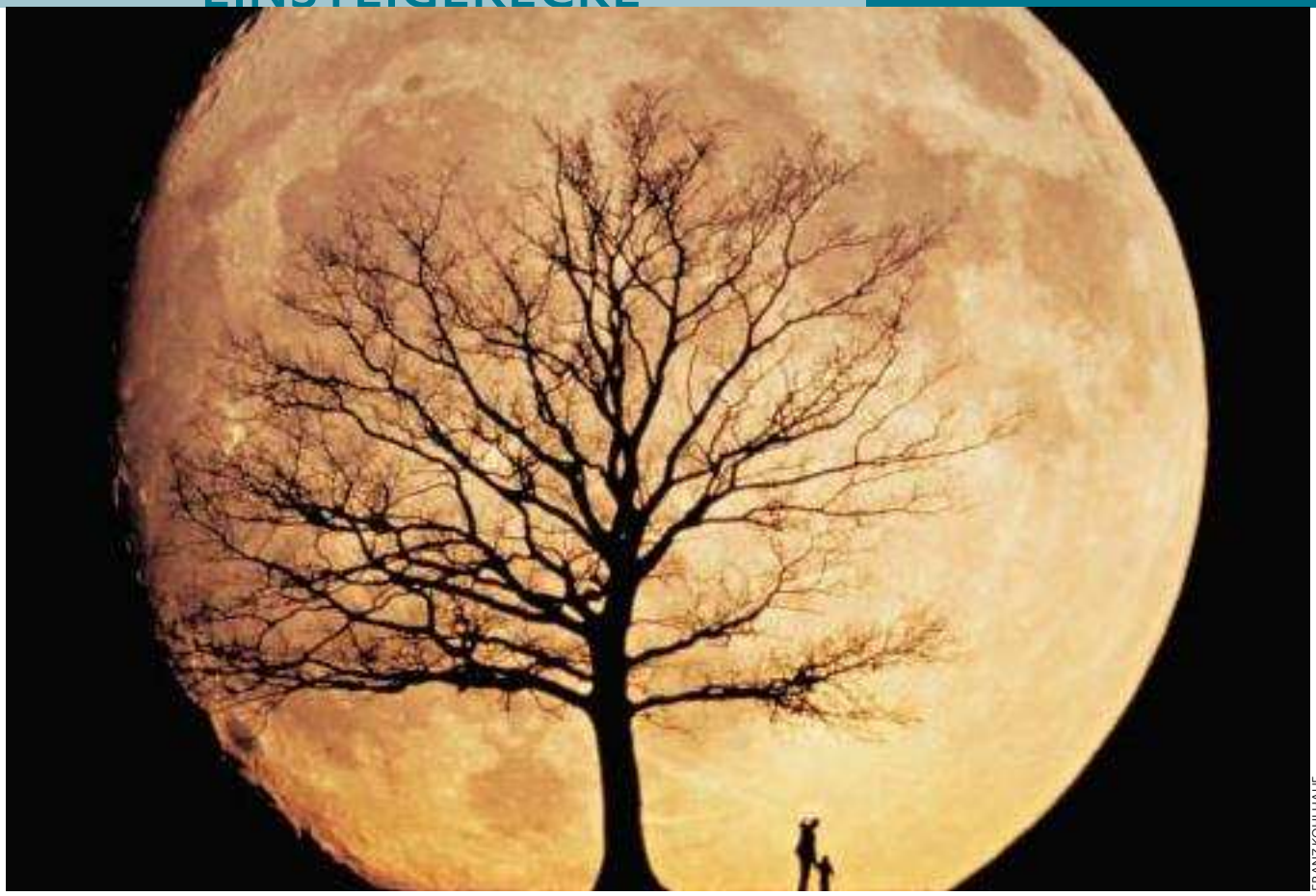
Einen Astrounfall …

… nennen die Fotografen dieses »falsch« nachgeführte Foto. Die Andromedagalaxie M 31 steht im Zentrum der Strichspuren – da, wo sonst Polaris strahlt.

>> Anna Moosmann & Jörg Gavranovic

Machen Sie mit: Wir freuen uns über Ihre »Glanzlichter« – schicken Sie uns Ihre besten Astrofotos!
Aus allen Einsendungen wählen wir einige der schönsten aus und veröffentlichen sie im Heft. (Bitte senden Sie uns hoch aufgelöste und ungezippte JPEG-Bilder. Geben Sie bitte auch Details über Teleskop, Kamera oder Aufnahmetechnik an.)

Adresse: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH · Redaktion ASTRONOMIE HEUTE · Postfach 10 48 40
D-69038 Heidelberg · E-Mail: redaktion@astronomie-heute.de



FRANZ KOHLHAUF

So gewaltig wirkt der Mond natürlich nur im Teleobjektiv. Doch am Horizont erscheint er uns stets viel größer als hoch oben am Firmament.

Illusionskünstler Mond

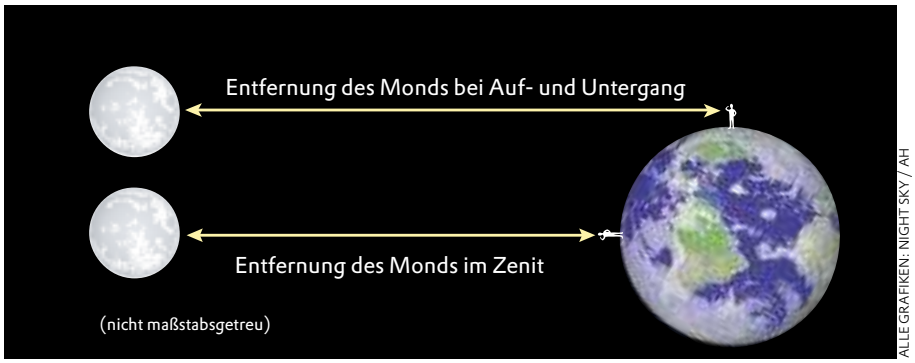
Wir wissen, dass er immer gleich groß ist. Doch wer unseren Trabanten aufgehen und später hoch am Himmel stehen sieht, könnte schwören, dass er zwischendurch geschrumpft ist. **>> Phil Plait**

Die meisten Menschen haben es schon einmal erlebt: Sie verlassen abends bei Dämmerung das Haus, etwa um ihr Teleskop aufzustellen, und blicken zufällig nach Osten, wo der Vollmond gerade aufgeht. Wie er da knapp über dem Horizont steht, wirkt er groß und bedrohlich, und er überragt alle entfernten Gegenstände, die sich vor ihm abzeichnen.

Sehen sie wenige Stunden später nochmal hin, thront er bereits hoch oben am Himmelszelt. Doch die riesenhafte, leuchtende Scheibe aus der Dämmerung ist inzwischen wieder auf Normalgröße geschrumpft.

Seit Jahrtausenden ist das Phänomen bekannt, dass der Mond am Horizont viel größer wirkt, als wenn er über unseren Köpfen steht. Aktuelle Untersuchungen zeigen, dass wir den tief stehenden Mond fast doppelt so groß schätzen wie hoch oben am Himmel. Woher kommt dieser Eindruck?

Wenn jemand erfährt, dass ich Astronom bin, werde ich manchmal zu dem Phänomen befragt. Die meisten vermuten hinter dem seltsamen Vorgang eine physikalische Ursache. Manche glauben,



ALLE GRAFIKEN: NIGHT SKY / AH

Beim Auf- und Untergang wirkt der Mond viel näher, als wenn er im Zenit steht. Doch tatsächlich ist er dann tausende Kilometer weiter vom Beobachter entfernt.

dass der Mond uns beim Aufgehen näher ist oder dass die Luft am Horizont wie ein Vergrößerungsglas wirkt. Auch wenn beide Erklärungen plausibel klingen, sind sie doch falsch.

Alles ist eine optische Täuschung

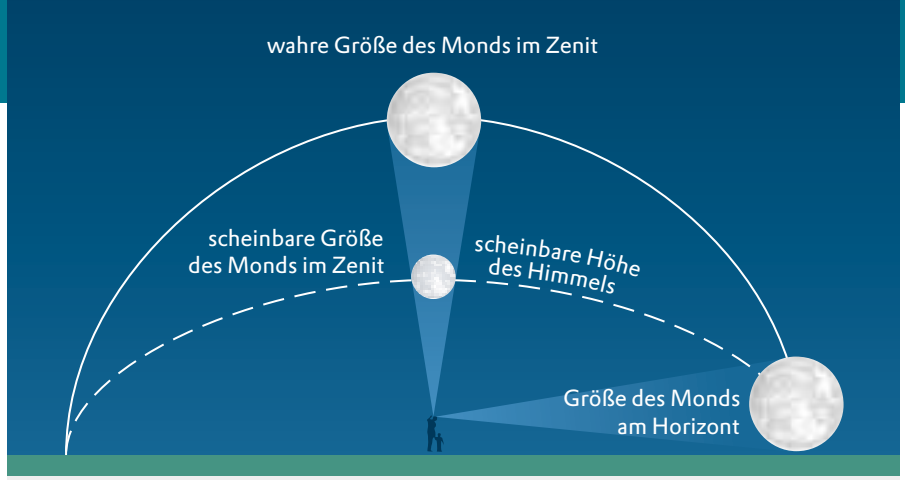
Im Gegenteil: Wie die Grafik links unten zeigt, ist unser Trabant am Horizont sogar weiter vom Beobachter entfernt als direkt über dessen Kopf. Der Unterschied entspricht etwa einem Erdradius, also ungefähr 6400 Kilometern. Wenn überhaupt, sollte der Mond beim Auf- und Untergehen eher kleiner wirken als größer.

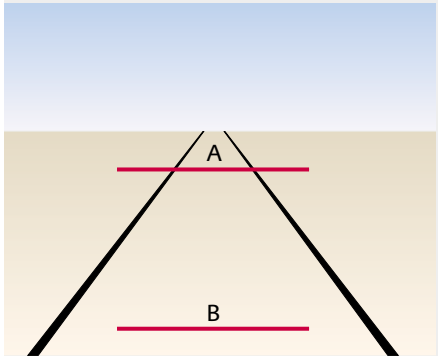
Und was die Luft angeht, die als Linse wirken soll: Das Licht bricht sich tatsächlich in unserer Atmosphäre, und Objekte in Horizontnähe erscheinen verzerrt (so wie ein Löffel in einem Glas Wasser gekrümmt wirkt). Doch auch das erklärt die Größenänderung nicht, denn durch den Effekt wirkt der Erdtrabant in der Dämmerung nur ein bisschen zusammengepresst, also wieder kleiner statt größer.

Was ist da nun los? Die Antwort überrascht vielleicht: Der Mond ist am Horizont überhaupt nicht größer als sonst. Alles ist nur eine optische Täuschung – wenn auch eine sehr überzeugende. Sie heißt sogar offiziell Mondillusion.

Als ich meine ersten astronomischen Gehversuche unternahm, habe ich das selbst überprüft. Mit meinem Teleskop betrachtete ich den Mond, wenn er gerade aufging, und noch einmal, wenn er hoch oben am Firmament stand. In beiden Fällen nahm er fast das gesamte Gesichtsfeld ein, und somit war er offensichtlich in beiden Fällen gleich groß. Mit bloßem Auge jedoch, ohne mein Fernrohr, war die Mondillusion genauso stark wie immer.

Tatsächlich ist die optische Täuschung eine Kombination zweier unterschiedlicher Illusionen. Stellen Sie sich zwei 1,80 Meter große Menschen vor. Einer von beiden steht neben Ihnen, der andere etwas weiter entfernt. Der entferntere wirkt kleiner, aber Sie wissen, dass in Wirklichkeit beide gleich groß sind. So gleicht Ihr Gehirn die Diskrepanz aus (»er ist weiter weg, also ist er größer, als es scheint«) und folgert, dass beide Personen gleich groß sind. Die Psychologie nennt diesen Effekt Größenkonstanz. Wir benutzen die Distanz zu einem Objekt und seine scheinbare Größe, um die tatsächliche abzuschätzen.





Weil der Himmel flacher aussieht, als er ist, scheint der Mond am Horizont weiter entfernt zu sein als im Zenit (oben). Deshalb nehmen wir ihn größer wahr. Genauso ist es bei der Bahngleisillusion (links): Weil unser Gehirn glaubt, A sei weiter entfernt als B, wirkt die obere Linie länger. Ist sie aber nicht. Fazit: Nicht immer können Sie Ihren Augen trauen.

Doch dieser Effekt kann Sie auch aufs Glatteis führen. Betrachten Sie oben die Grafik mit den zwei zusammenlaufenden Linien. Das Gehirn schließt, dass beide wie Eisenbahnschienen parallel in die Ferne führen. Sie sorgen dafür, dass die beiden roten horizontalen Linien unterschiedlich lang wirken, obwohl sie genau gleich sind. Messen Sie ruhig nach! Das ist die Ponzo-Illusion oder Bahngleistäuschung. Unbewusst entscheidet das Gehirn, dass sich Linie A weiter weg befindet als Linie B, und folgert anhand der Größenkonstanz, dass A länger sein muss als B. Diese Täuschung ist sehr stark und schwer auszutricksen.

Der Himmel ist eine Scheibe

Der zweite Teil der Mondillusion hat damit zu tun, wie wir den Himmel wahrnehmen. Auf die meisten Menschen wirkt der Himmel flacher als eine runde Kuppel, eher wie eine umgestürzte Suppenschüssel oder eine Untertasse. Und zu einem gewissen Grad stimmt das auch. Stellen Sie sich eine breite, flache Wolkenschicht vor, die über Ihrem Kopf dahinzieht. Direkt über Ihnen befinden sich die Wolken vielleicht nur in einer Höhe von einem Kilometer, doch in Horizontnähe sind sie ziemlich weit weg. Dadurch wirkt der Himmel abgeflacht, und die Wahrnehmung verstärkt sich, dass der Horizont weiter weg ist als alles, was sich direkt über uns befindet.

Verbinden wir diese beiden Sinnestäuschungen miteinander. Wenn der Trabant am Horizont steht, schließt das Gehirn aus der scheinbaren Form des Himmels, dass er weiter entfernt sein muss, als wenn er über unseren Köpfen steht. Dennoch wissen wir, dass sich seine reale Größe nicht verändert hat – und dank der Ponzo-Illusion hält das Gehirn die weiter entfernte Scheibe für größer. Sprich: Da der Mond am Horizont scheinbar weiter weg ist, sieht er dort größer aus, als wenn er über unseren Köpfen steht. Voilà. Da haben Sie die korrekte Erklärung für die Mondillusion.

Die eigene Wahrnehmung ist sehr überzeugend und sie lässt sich kaum hinters Licht führen. Und warum auch? Der heraufziehende Mond ist ein machtvolles Gestirn, das am Himmel für Dichter, Liebende und Astronomen leuchtet. Außerdem ist meiner Meinung nach alles, was die Menschen dazu bringt, in den Himmel zu blicken, hilfreich – auch wenn sie die Vorgänge dort falsch interpretieren. <<

Phil Plait, Astronom an der Sonoma State University in Kalifornien, unterhält die Website www.badastronomy.com, auf der er astronomischen Irrglauben mit wissenschaftlichem Fachwissen und einer guten Portion Humor bekämpft.

Heißer Herbst

Neue Produkte für klare Herbstnächte

Hyperion-68-Grad-Weitwinkel-Okulare

>> Das UML Bino-Mount (siehe Bild S. 79 oben rechts) ist ein Fernglasstativ, das für jede Beobachtungsposition, ob sitzend oder stehend, eine bequeme Nacht verspricht. Da der Feldstecher unter der Montierung hängt, ist diese bei der Himmelswanderung nicht im Weg.

Der Arm des Bino-Mounts ist voll um das Stativ schwenkbar und bis zu 85 Zentimeter höhenverstellbar. In der Standardversion ist die Anschlussplatte für den Feldstecher seitlich und in der Höhe drehbar. Mit dem gegen einen Aufpreis erhältlichen »Adapter Deluxe« lässt sich die Okularposition durch Drehung um die Fernglasachse waagrecht halten. Alle Gelenke des Bino-Mounts sind auf Teflon gelagert. Das garantiert eine sehr feine und ruckfreie Einstellung. Durch die ausziehbare Gegengewichtstange und die serienmäßig mitgelieferten Gewichte lässt sich jedes Fernglas gut ausbalancieren.

Ein schöne Ergänzung stellt das Azimutgelenk dar. Dadurch ist die seitliche Änderung der Blickrichtung sehr einfach möglich. Auch einen Nachführgriff gibt es als Sonderzubehör. Für Feldstecher bis achtzig Millimeter Objektivdurchmesser und 2,5 Kilogramm Gewicht ist diese Montierung ideal, doch auch Ferngläser bis zu vier Kilogramm sind auf dieser Montierung noch einsetzbar. Das Bino-Mount gibt es bei Intercon Spacetec für € 379, den Adapter Deluxe für € 33, das Azimutgelenk für € 56 und den Nachführgriff für € 44.
www.intercon-spacetec.de

Adapterringkollektion für Hyperion-Okulare

>> Drei neue Feinfokussierer für Takahashi-Teleskope sind bei Intercon Spacetec (ICS) im Sortiment. Diese erlauben eine sehr präzise Scharfstellung.

So besitzt der Starlight-Feather-Touch-Fokussierer zusätzlich zum üblichen beidseitigen Fokusknopf auf einer Seite noch einen Feinfokussierer, der im Verhältnis 1:10 untersetzt ist. Er läuft »butterweich«. Den Feather-Touch-Feinfokussierer gibt es in zwei Versionen für unterschiedliche Teleskope: den TRF 90 für das Sky 90 und den TRF 102 für das FS-102, -128 und -152N sowie das TOA-130. Die Montage erfordert allerdings handwerkliches Geschick sowie Geduld und Gefühl, wenn Sie den Druck der Fokuswelle auf das Okularrohr einstellen. Mit den Zug- und Druckschrauben lassen sich Spiel und Gang derselben sehr präzise einstellen. Eine bebilderte Montageanleitung auf Deutsch liegt dem Gerät bei. Besonders sinnvoll: Die Fokuswelle ist bestens geschützt und knickt nicht schon bei geringer Krafteinwirkung ab. Der Feather-Touch-Fokussierer kostet in beiden Ausführungen jeweils € 248.

Die beiden anderen Modelle von Intercon Spacetec und Takahashi dagegen belassen die Fokuswelle im Originalzustand, da hier nur jeweils der Drehknopf auf der gewünschten Seite ausgetauscht wird. Sie passen an das FS-60 und -78, das Sky90 sowie das FS-108 und an alle Takahashi-Refraktoren mit einem 2,7-Zoll-Okularauszug. Im Gegensatz zum Takahashi-Mikrofokussierer hat der von ICS den Nachteil, dass er auf der umgebauten Seite nur noch den Mikrofokussierer besitzt. Dafür läuft der ICS satt und spielfrei und hat ein sehr schönes Gehäuse. Beim Takahashi tritt bei Umkehr der Fokussierrichtung etwas Spiel auf. Der Feinfokussierer von Takahashi kostet € 290, der von ICS € 248.
www.intercon-spacetec.de

>> Die Supreme Barlowlinsen von Astrocom (siehe Bild S. 79 unten) setzen neue Maßstäbe in der optischen, ästhetischen und

funktionellen Qualität. Die Optiken werden in Japan bei einem der weltbesten Hersteller gefertigt. Sowohl die Zweifach-Apo-Barlow-AC610 als auch die Dreifach-Supreme-Barlow-AC613 bestechen durch ihre freien Öffnungen von 27 Millimetern. Daher sind sie für die Astrofotografie perfekt geeignet. Geschwärzte Linsenkanten, voll multivergütete Oberflächen und optimierte Kontrastblenden ergeben eine sehr hohe Bildschärfe und besten Kontrast. Der Klemmring aus Kunststoff, der die sonst übliche Rändelschraube zur Fixierung der Okulare ersetzt, garantiert ein zentriert sitzendes Okular, ohne dessen Steckhülse zu verkratzen.

Unter dem abschraubbaren Klemmring verbirgt sich ein T-Außengewinde für Fotoadapter und T2-Ringe. So können Okulare und Kameras im schnellen Wechsel mit der Barlowlinse eingesetzt werden. Die Supreme-Apo-Barlow-AC610 kostet € 189,–, die Supreme-Barlow-AC613 € 145,–. Beide werden mit farbkodierter Staubschutzkappe geliefert.
www.astrocom.de

>> Mit den neuen Hyperion-68-Grad-Weitwinkelokularen von Baader Planetarium (siehe Bild S. 78 oben) wird digitale Astrofotografie wahrhaft zum Kinderspiel. Mit 68 Grad bieten sie dem Betrachter ein augenphysiologisch optimales Gesichtsfeld, das man auch ohne »Augenrollen« entspannt überblicken kann. Die Optik der Okulare ist multivergütet und sie besitzen einen kombinierten 1¼- und Zwei-Zoll-Steckanschluss. Das Frontgewinde des Zwei-Zoll-Übersichtokulars nimmt dabei problemlos Zwei-Zoll-Nebelfilter auf.

Auch ohne die negative Linsengruppe sind die Okulare frei von Farbfehlern. Zwar nimmt die Bildfeldwölbung beim Betrieb als Zwei-Zoll-Okular zu, sie bleibt aber dennoch geringer als bei Zwei-Zoll-Kellner- oder vielen anderen Weitwinkelokularen unbekannter Hersteller.

Für die Hyperion-Okularserie gibt es ein umfangreiches Programm von Adapterringen, mit denen Sie nahezu jede Digital- oder Videokamera anschließen können. Auch als Projektionsokulare bieten sie schweren Ausrüstungen sicheren Halt.

Das Hyperion-Okular kostet pro Stück € 125,– und ist in den Brennweiten 3,5, 5, 8, 13, 17 und 21 Millimeter erhältlich. Den gesamten Satz gibt es bei Baader Planetarium zum Einführungspreis von € 599,–.
www.baader-planetarium.de

>> Einen neuen Justierlaser (siehe Bild oben links) hat Albert Göbel entwickelt. Mit einer relativ großen Kontrollöffnung und der um 45 Grad geneigten Reflextionsfläche können Sie nun den Laserpunkt beobachten, während Sie den Hauptspiegel justieren. Gerade bei der Einstellung von Gitterrohr-Dobsons ist das von Vorteil.

Er ist in einer 1¼- und einer Zwei-Zoll-Ausführung erhältlich. Inklusive versichertem Versand innerhalb Deutschlands und drei Ersatzbatterien kostet der Justierlaser für 1¼-Zoll-Auszüge € 49,–, für Zwei-Zoll-Auszüge € 69,– und in der Zwei-Zoll-Ausführung für Gitterrohr-Dobsons € 79,–.
www.katrin-goebel.de/laser

Justierlaser

UML Bino-Mount

>> Säulen mit Montierungsschutz gibt es seit Kurzem von der Firma »Teleskope, Zubehör & mehr« (T.Z.M).

Neben den Säulen für den Einsatz in Rolldachhütten oder Kuppeln gibt es jetzt auch »Stand Alone«-Säulen mit Montierungsschutzhaube. Ihre Montierung kann so stets ausgerichtet und angeschlossen auf der Säule bleiben und ist trotzdem gegen Wind und Wetter gefeit. Legen Sie in das Fundament der Säule noch ein Leerrohr, so können Sie dadurch später alle nötigen Kabel bequem zur Montierung führen.

In verzinktem Stahl kostet die Säule € 1190,–, in Edelstahl € 1630,–. Eine Pulverbeschichtung ist für jeweils € 200,– mehr erhältlich.
www.theisges-mohlitz.de

Supreme Barlowlinsen

ALLE FOTOS DIESES ARTIKELS: S & T / JOHNNY HORNE

Das quadratische Gehäuse der Meade-DSI-Kameras lässt sich problemlos an alle 1¼-Zoll-Auszüge und Kameraadapter mit T-Gewinde anschließen. Der DSI Pro verfügt darüber hinaus über einen Filterschieber mit 1¼-Zoll-Standardgewinde. Da die Kameras kein aktives Kühlsystem haben, ist die Rückseite des stabilen Aluminium-Druckgehäuses so strukturiert, dass möglichst viel Wärme abgeführt wird.

Astrofotografie für jedermann

Die neuen Deep Sky Imager von Meade treten mit dem Anspruch an, auch Einsteigern CCD-Aufnahmen von lichtschwachen Himmelsobjekten zu ermöglichen. **>> Johnny Horne**

Als der Planet Mars im Sommer 2003 der Erde besonders nahe war, kaufte ich mir für 80 Euro eine Webcam und lud kostenfreie Software dafür aus dem Internet herunter. Schon in der allerersten klaren Nacht nach dem Kauf gelang mir ein umwerfend schönes Bild des Roten Planeten – vielleicht das beste in den vierzig Jahren, in denen ich Astrofotografie betreibe.

Was eine Gruppe experimentierfreudiger Amateure begann, nämlich mit Webcams und kostenloser Software die Fotografie der Planeten zu revolutionieren, setzt die Firma Meade nun mit ihren erschwinglichen DSI-Kameras (DSI = Deep Sky Imager) im Bereich der Deep-Sky-Fotografie fort. Auf den ersten Blick sehen diese CCD-Kameras wie Webcams aus, sind aber auf die in der Astrofotografie gängigen Langzeitbelichtungen ausgelegt. Dadurch wie auch anhand der mitgelieferten Programme heben sich die DSIs ganz erheblich von regulären Webkameras ab.

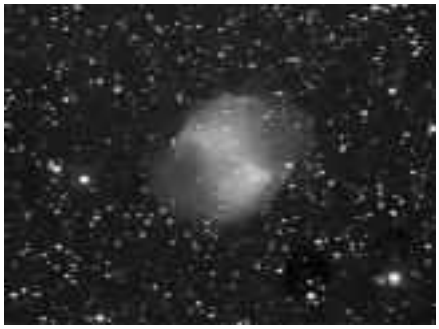
Der DSI ist in zwei Varianten erhältlich: Die Ursprungsversion ist eine Farbkamera, die ohne externe Filter Farbaufnahmen produziert. Beim DSI Pro handelt es sich dagegen um eine Schwarz-Weiß-Kamera höherer Empfindlichkeit mit der zusätzlichen Möglichkeit, spezielle Filter in den Strahlengang zu schwenken. Aufnahmen durch Rot-, Grün- und Blaufilter kann der Fotograf später am Computer zum endgültigen Farbbild zusammensetzen.

So groß wie ein Stapel Spielkarten

Beide Versionen arbeiten mit einer Digitalisierungstiefe von 16 Bit. Das bedeutet, dass sich mehr als 65 000 verschiedene Helligkeitsstufen pro Bild unterscheiden lassen. Dadurch eignen sie sich für Aufnahmen von Deep-Sky-Objekten wesentlich besser als Kameras mit nur 8 Bit (256 Helligkeitsstufen). 16-Bit-Bilder sind hinsichtlich des darstellbaren Helligkeitsbereichs und der Tonwertdynamik überlegen – eines der auffallenden Ausstattungsmerkmale der Meade-Kameras.

Der DSI ist so groß wie ein dicker Stapel Spielkarten und wiegt nur 280 Gramm. Dadurch kann man ihn problemlos an alle Teleskope anschließen, ohne dass deren Okularauszug oder die Montierung nennenswert belastet wird. Beide Modelle sind mit einer 1¼-Zoll-Steckhülse ausgestattet, die Sie abschrauben können, um das T2-Außengewinde am Kameragehäuse zu nutzen. Damit steht Ihnen eine Vielzahl von Anschlussmöglichkeiten zur Verfügung. Das Aluminiumgehäuse macht einen stabilen Eindruck und hat keinerlei Bedienelemente – nicht einmal einen Ein- und Ausschalter. Die Kameras werden vollständig über das mitgelieferte USB-Kabel vom Computer aus gesteuert und mit Strom versorgt. Beide Modelle haben im Wesentlichen das gleiche Gehäuse, wobei beim DSI Pro ein zusätzlicher Vorsprung den Filterschieber aufnimmt (siehe großes Bild links).

Der Deep Sky Imager ist von der Konzeption her kein eigenständiges Gerät. Sie benötigen einen Computer mit dem Betriebssystem Windows (XP ist empfohlen), mindestens einen 400-Megahertz-Pentium-Prozessor, 98 Megabyte Hauptspeicher und 200 Megabyte freien Festplattenspeicher, um ihn betreiben zu können. Pflicht ist außerdem ein USB-2.0-Anschluss. Mit älteren USB-1.1-Schnitt- >



Der Autor testete beide Modelle an verschiedenen Teleskopen. Der Hantelnebel M27 (linkes Bild) ist die Summe aus 25 Einzelaufnahmen mit je 30 Sekunden Belichtungszeit. Die Aufnahme des Kugelsternhaufens M13 (rechtes Bild) entstand durch die Kombination aus 20 Aufnahmen à 15 Sekunden Belichtungszeit.

Beide DSI-Kameras sind auch mit azimutal montierten Teleskopen einsetzbar. Durch den von der Nasa entwickelten Bildverarbeitungsalgorithmus »Drizzle« (DSI Pro) wird die Bildfelddrehung kompensiert. Dabei werden viele kurz belichtete Einzelaufnahmen passgenau zur Deckung gebracht.

> stellen nimmt die Leistung der Kamera dramatisch ab. Außerdem dürfen dann neben der Kamera keine weiteren Geräte am USB-Port betrieben werden.

Sichere Stromversorgung

Der DSI bezieht seine ganze Energie aus dem Computer, weshalb Meade einen USB-Anschluss mit voller Stromversorgung empfiehlt. Als ich die Kamera zum ersten Mal an meinen Hewlett-Packard-Laptop anschloss, meldete die DSI-Software, dass sie keine Kamera erkennt. Bald wurde mir klar, dass die USB-Buchse nicht genügend Leistung lieferte. Also kaufte ich einen USB-2.0-Adapter für den PCMCIA-Anschluss am Laptop, der den DSI mit genügend Strom versorgt.

Vorsicht geboten ist auch beim Kauf eines längeren USB-Kabels vom Computer zur Kamera. Das mitgelieferte, nur knapp zwei Meter lange Kabel ist dicker als die handelsüblichen, um die Energieversorgung der Kamera sicherzustellen. Wahrscheinlich benötigen manche Benutzer am Teleskop aber ein längeres Kabel. Herkömmliche USB-Kabel mit ihrem aus Gewichtsgründen geringeren Durchmesser helfen hier nicht weiter. Entweder besorgen Sie sich also ein ausreichend langes Spezialkabel direkt bei der Firma Meade oder Sie behelfen sich mit dem gleichen Trick wie ein Kollege bei Sky & Telescope: Er besorgte sich einen kleinen USB-Hub von Belkin (www.belkin.com, F5U234 USB-Hub), der seine USB-Buchsen mit Strom aus einem separaten Netzteil speist. Der DSI ist mit dem Hub durch das mitgelieferte 1,5-Meter-Kabel verbunden, während die Verbindung vom Hub zum Computer über ein handelsübliches Fünf-Meter-USB-Kabel erfolgt. Das funktioniert tadellos, da Letzteres keine Energie für die Kamera transportieren muss. Diese Lösung erlaubt mehr als sechs Meter Kabellänge zwischen Computer und Kamera, ohne sich um die Energiezufuhr Sorgen machen zu müssen. Ich vermute, dass viele DSI-Benutzer die Kamera an einem Notebook betreiben. Selbst für kurze Einsätze empfiehlt es sich daher, den Laptop an ein Netzteil anzuschließen, denn der DSI hat einen nicht unerheblichen Energiebedarf, was zur raschen Entladung des Laptop-Akkus führt.

Starke Bildverarbeitung

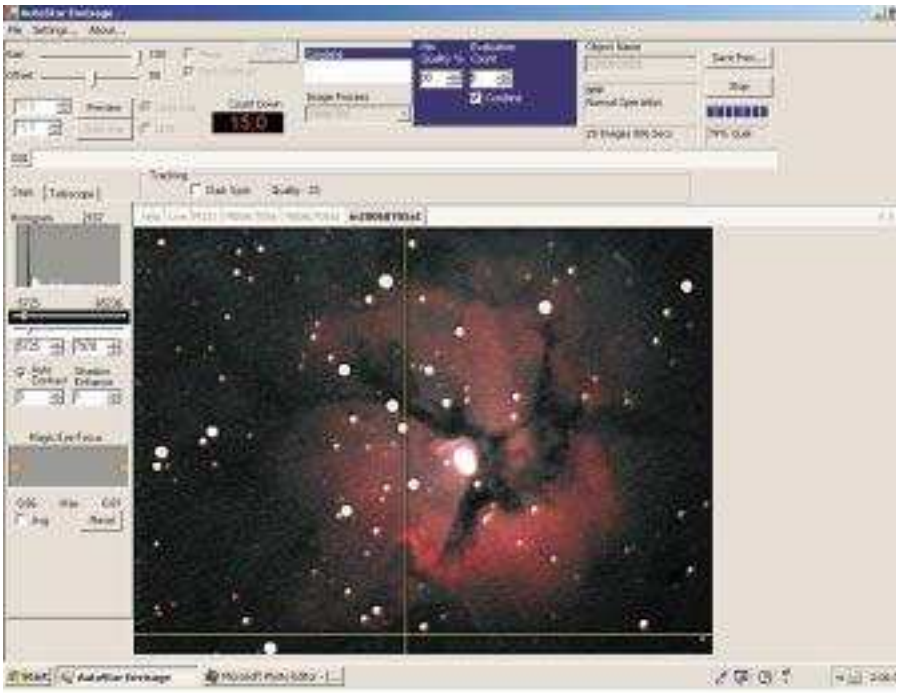
Außerdem sollten Sie den DSI vor der ersten Aufnahme zehn bis fünfzehn Minuten lang laufen lassen, damit sich das System stabilisiert. Bereits nach dieser Phase – also noch vor der ersten Aufnahme – wäre ohne Netzanschluss ein großer Teil der Akkuladung verbraucht.

Weiterhin empfehle ich den Einsatz einer Computermaus, denn einige der Schaltflächen auf dem Bildschirm sind sehr winzig und mit dem »Touchpad« eines Laptops nur schwer zu bedienen.

Die Steuerungssoftware für die Kamera ist Bestandteil der Meade »AutoStar Suite«. Diese enthält auch ein Planetariumsprogramm, das eine Vielzahl von Meade-Go-to-Teleskopen ansteuern kann. Ebenfalls mit im Paket ist eine leistungsstarke Bildverarbeitungsprogramm, mit der die DSI-Aufnahmen nachträglich bearbeitet und verbessert werden können.

Die Steuerungssoftware der Kamera wird normalerweise umständlich über einen Menüpunkt im Planetariumsprogramm gestartet. Ich habe mir daher eine eigene Verknüpfung in Windows erstellt, um sie direkt starten zu können, ohne zuvor ein anderes Programm aufrufen zu müssen.

Der erste Einsatz des DSI sollte meiner Meinung nach allerdings nicht nachts am Teleskop, sondern in aller Ruhe bei Tag erfolgen. Es gibt genug Grundlegendes zu lernen, dass Sie die ersten Erfahrungen mit dem Gerät am besten im Rahmen einer Trockenübung sammeln. Bei



so viel Neuem müssen nicht noch Dunkelheit, Tau und Insekten den Lernprozess zusätzlich erschweren.

Im 41 Seiten starken DSI-Bedienhandbuch finden Sie eine Kurzanleitung, wie Sie ein Deep-Sky-Objekt in zwanzig Schritten aufnehmen. Die Tipps für die Aufnahme von terrestrischen Motiven umfasst sogar nur sieben Schritte und eignen sich hervorragend für den Einstieg. Da die Gebrauchsanweisung nur als PDF-Dokument auf der Software-CD enthalten ist, sollten Sie sich auf jeden Fall einen Ausdruck davon machen, damit Sie sie stets zur Hand haben.

Für meine ersten Versuche mit dem DSI in der Wohnung bastelte ich mir eine simple Lochkamera, indem ich die Anschlusshülse der Kamera mit Aluminiumfolie abdeckte und mit einer Nadel ein kleines Loch hineinstach. Diese »Fix-Fokus«-Konstruktion erlaubte zwar nur unscharfe Bilder der Objekte im Raum, gab mir aber die Gewissheit, dass alles einwandfrei funktionierte. Erst im nächsten Schritt setzte ich die Kamera zusammen mit einem kleinen Teleskop für Tageslichtaufnahmen ein.

Im Lieferumfang des DSI ist auch ein kleiner Metallring enthalten, der an einer 1¼-Zoll-Steckhülse eines vorhandenen Okulars fixiert werden kann. Dieser ist bei der Fokussierung sehr hilfreich. Nachdem ich ein weit entferntes, terrestrisches Objekt scharf gestellt hatte, nahm ich die Kamera aus dem Okularauszug heraus und nahm stattdessen das Okular mit dem Ring um die Hülse, ohne dabei den Schärfepunkt des Teleskops zu verändern. Dann fokussierte ich das Bild im Okular, indem ich dieses vor- und zurückbewegte. Im Brennpunkt schraubte ich den Metallring am Anschlag fest. Nachts kehrte ich diesen Prozess einfach um: Zuerst verwendete ich dieses Okular zur Scharfeinstellung und ersetzte es dann einfach durch den DSI. >

Mehr als drei Dutzend Parameter der Kamerasoftware können verändert werden. Die bereits voreingestellten Werte in Verbindung mit der Bedienungsanleitung erlauben jedoch einen schnellen und unkomplizierten Einstieg in die Deep-Sky-Fotografie.

Unsere Bewertung

Was uns gefallen hat:

> gute Resultate schon in der ersten Nacht
> Betrieb über nur ein USB-Kabel
> geringe Anschaffungskosten

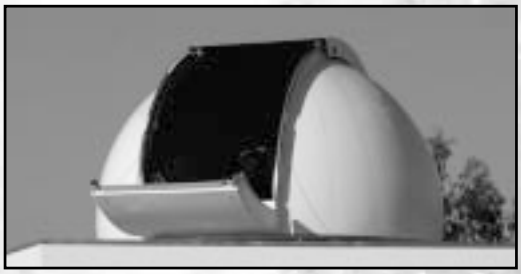
Was uns nicht gefallen hat:

> Software nur in englischer Sprache
> keine Anleitung für die Bildbearbeitungssoftware
> freiliegende Filter im Filterschieber sind dem Tau ausgesetzt

Große Auswahl, kompetente Beratung, guter Service!

Aber damit geht es bei uns erst los! Bevor wir zu einem bestimmten Kauf raten, wollen wir sicher sein, Ihnen auch wirklich das Optimum des Verfügbaren in Bezug auf Ihre Bedürfnisse, Größe, Transportabilität, Qualität und Preis aus der Vielzahl der Marktanbieter herausgesucht zu haben. Wir stellen auf Wunsch das Instrument nicht nur auf, sondern wir weisen ein, beraten beim Zubehör, geben Ihnen Beobachtungstipps, ja wir beobachten auf Wunsch sogar mit Ihnen, um Ihnen den Einstieg in Ihr neues Hobby so angenehm und so einfach wie nur möglich zu machen.

Und wenn's denn eine eigene Sternwarte sein soll, haben wir auch die passenden Beobachtungs-Kuppeln dazu. Von 2,3m über 3,2m bis 4m als preisgünstige Standardmaße und darüberhinaus als Sonderanfertigung bieten wir unsere Kuppeln nun bereits seit vielen Jahren in Europa an. GFK (glasfaserverstärkter Kunststoff) als aus dem Bootsbau bekanntes und bewährtes Material bietet sich für Kuppeln ideal an. Unsere GFK



Astro-Kuppeln sind mehrteilige, verwindungssteife und formschöne Kuppelkonstruktionen aus Glasfaser-Polyesterkunststoff mit einem Kopfüber-Schiebetor und einer Ausstell-Horizontklappe (Größen ab 5m können alternativ mit seitlich verschiebbaren Toren hergestellt werden – wie zB. „Mount Palomar").

Profitieren Sie von der über 20-jährigen Erfahrung unserer Mitarbeiter, sprechen Sie mit unseren Fachkräften und vereinbaren Sie einen unverbindlichen Beratungstermin in unserem Ausstellungsraum. Wir freuen uns darauf, Sie bei uns begrüßen zu dürfen!

Viele weitere interessante Produkte sowie eine aktuelle Schnäppchenliste mit günstigen Angeboten finden Sie im Internet unter **www.astrocom.de**!

ASTROCOM

ASTROCOM GmbH/Abt. 3 • Lochhamer Schlag 6
D-82166 GRÄFELFING bei MÜNCHEN
☎ ☺ (089) 8583 660 • Fax (089) 8583 6677
eMail: service@astrocom.de • www.astrocom.de

Obwohl die CCD-Chips der DSI-Kameras relativ klein sind, reicht ihre Größe doch aus, um durch ein Teleskop mit etwa einem Meter Brennweite die meisten Deep-Sky-Objekte, die für einen Einsteiger in Frage kommen, formatfüllend abzubilden. Links der Lagunennebel (M 8), rechts die Galaxie M 82 im Großen Bären.

> Die DSI-Software bietet Standardeinstellungen für Aufnahmen von terrestrischen Objekten, Mond, Planeten und Deep-Sky-Objekten. Jeder, der bereits Erfahrung mit der Bedienung des Meade Lunar Planetary Imager (LPI) gesammelt hat, wird auch die DSI-Software schnell beherrschen, denn die beiden Programme ähneln sich sehr. Es sollte hier aber nicht unerwähnt bleiben, dass die zwei DSI-Modelle auch bestens für Aufnahmen von Mond, Planeten und der »richtig gefilterten« Sonne geeignet sind.

Bei einer Sekunde Belichtungszeit sehe ich bereits Sterne auf dem Computerbildschirm, den ich zum Scharfstellen nutze. Die Funktion »Magic Eye Focusing« ist dabei keine große Hilfe, aber das »Echtzeitbild« auf dem Schirm, das in kurzen Intervallen erneuert wird, erlaubt die Sichtkontrolle beim Fokussieren, bis die Sterne punktförmig erscheinen.

Wenn Aufnahmen von Deep-Sky-Objekten Ihr Ziel sind, sollten Sie zuerst so genannte Dunkelbilder (Darkframes) aufnehmen. Diese zeichnen sowohl das Grundrauschen des CCD-Chips als auch die Aufhellung derjenigen Bildecke auf, in der der Verstärker der Kamera sitzt. Der DSI erzeugt und speichert automatisch einige Darkframes mit unterschiedlicher Belichtungszeit. Abhängig von der Aufnahmedauer des Himmelsobjekts subtrahiert die Software dann später das zu jedem Bild passende Darkframe, noch bevor es auf dem Computermonitor angezeigt wird. Die Öffnung des Fernrohrs muss während der Aufnahme der Dunkelbilder abgedeckt sein, woran die Software aber im richtigen Moment erinnert. Dieser Kalibrierungsprozess dauert etwa zehn Minuten, abhängig von der gewählten Belichtungszeit während der Initialisierung.

Anschließend können Sie eine länger belichtete Voransicht erzeugen, für die Meade 15 Sekunden Belichtungszeit empfiehlt und während der ein Count-down auf dem Bildschirm zu sehen ist. Nun kann das Feintuning beginnen, wobei der Bildkontrast manuell oder mit Hilfe einer Autokontrasteinstellung justiert wird. Beim Farb-DSI haben Sie darüber hinaus die Möglichkeit, die Farbbalance automatisch anzupassen. Meistens lassen sich damit ansprechende Farben und ein nahezu neutraler Himmelshintergrund erreichen. Sie können die Farbbalance aber auch manuell variieren und die Intensität entweder zurücknehmen oder erhöhen.

Wahl der Dateiformate

Nachdem diese Anpassungen zu meiner Zufriedenheit abgeschlossen sind, wähle ich gewöhnlich einen Referenzstern im Bildfeld aus, den die Software später benutzt, um die Aufnahmen beim Addieren passgenau übereinander zu legen. Der letzte Schritt ist die Wahl eines Dateiformats. Alle bekannten Formate wie JPEG, TIFF, BMP und FITS (siehe AH 10/2005, S. 74) stehen zur Auswahl.

Zum Schluss klicke ich nur noch auf den Startknopf, lehne mich zurück und beobachte das Abbild des Objekts auf meinem Computermonitor, wie es sich Schritt für Schritt entwickelt. Das grobe und verrauschte Vorschaubild verbessert sich drastisch, nachdem eine zweite Aufnahme mit ihm kombiniert wird. Jede weitere Aufnahme glättet das Bild weiter, denn das statistische Rauschen der Ein-

Technische Daten und Preise

	DSI (farbig)	DSI-Pro (s/w)
Chipgröße	5,6 × 4,7 mm	5,6 × 4,7 mm
Auflösung	510 × 492 Pixel	510 × 492 Pixel
Sensor	Sony Super HAD Color CCD	Sony Super HAD Color CCD
A/D-Wandler	16 Bit	16 Bit
Belichtungszeiten	1/10000 Sek. – 1 Stunde	1/10000 Sek. – 1 Stunde
Größe	8,3 × 8,3 × 3,2 cm	8,3 × 8,3 × 3,2 cm
Gewicht	zirka 285 Gramm	zirka 325 Gramm
Preis	349,– Euro	529,– Euro; 649,– (mit Filtersatz)

Systemanforderungen: Pentium-II 400 MHz (Pentium-IV 2 GHz empfohlen), 98 MB RAM (512 empfohlen), 200 MB freier Festplattenspeicher (> 1 GB empfohlen), CD-ROM-Laufwerk, USB-2.0-Port

zelbilder wird durch das Mitteln mehrerer Aufnahmen vermindert. Die Anleitung zum DSI empfiehlt für optimale Ergebnisse bei Deep-Sky-Objekten die Überlagerung von fünfzig Einzelbildern. Das dauert eine ganze Weile, besonders wenn die Belichtungszeit für jedes Bild dreißig bis sechzig Sekunden beträgt.

»Seien Sie geduldig«, steht daher sinnigerweise in der Anleitung. Jeder, der schon einmal Planeten mit einer Webcam aufgenommen hat, kennt das Prozedere der Mittelwertbildung aus vielen Aufnahmen zur Verbesserung des Resultats (»Stacking«). Was bei einer Webcam zu einem späteren Zeitpunkt erfolgt, macht die Software des DSI bereits, während Sie die Aufnahmen gewinnen. Die Meade-Software bietet die Möglichkeit, jedes aufgenommene Einzelbild zu speichern, um sie später zu addieren, aber ich bin mit den Resultaten der Verarbeitung während der Aufnahmen sehr zufrieden.

Die ersten Deep-Sky-Bilder sollten Sie mit einer Belichtungszeit von 15 Sekunden machen, obwohl Sie mit dem DSI die ganze Palette zwischen 1/10000 Sekunde und einer Stunde zur Wahl haben. Natürlich erfordern längere Belichtungszeiten eine Montierung mit präzisem Lauf, jedoch gibt es in der Software die Möglichkeit, die Einzelbilder nach Qualität beurteilen zu lassen und solche Aufnahmen, auf denen die Sterne zu Strichen wurden, automatisch zu verwerfen.

Eine gute Nachricht für alle Besitzer einer azimutalen Montierung: Für den Einsatz des DSI brauchen Sie nicht unbedingt ein parallaktisch montiertes Teleskop. Denn die DSI-Software enthält unter anderem eine so genannte »Drizzle«-Funktion, die die Einzelaufnahmen anhand von zwei Referenzsternen ausrichtet und damit die von einer azimutalen Aufstellung verursachte Bildfeldrotation kompensiert. Gleiches gilt natürlich auch für nicht korrekt eingenordete parallaktischen Montierungen.

Eine Schritt-für-Schritt-Anleitung wie für die DSI-Software gibt es für die in Englisch gehaltene Bildbearbeitungssoftware leider nicht. Jedoch verfügt das Programm über einige tolle Funktionen wie etwa die Synthese eines Farbbilds aus den durch verschiedene Filter aufgenommenen Einzelbildern des DSI Pro.

Ein sehr nützliches Zubehör für den DSI ist ein Telekompressor (Shapley-Linse), der die Brennweite des Teleskops reduziert, damit ein größeres Bildfeld erfasst und so das Öffnungsverhältnis vergrößert wird. Natürlich profitieren beide DSI-Modelle von der »schnelleren« Optik.

Das DSI-Einsteigermodell ermöglicht Farbbilder ohne den Einsatz von Filtern, denn sein Sony-ICX404AR-CCD-Chip besitzt eine feste Maske aus Rot-, Grün- und Blaufiltern vor den Pixeln. Die Folge ist eine verminderte Lichtempfindlichkeit verglichen mit dem Sony-ICX254AL-CCD-Chip des DSI Pro, der keine solche Maske aufweist.

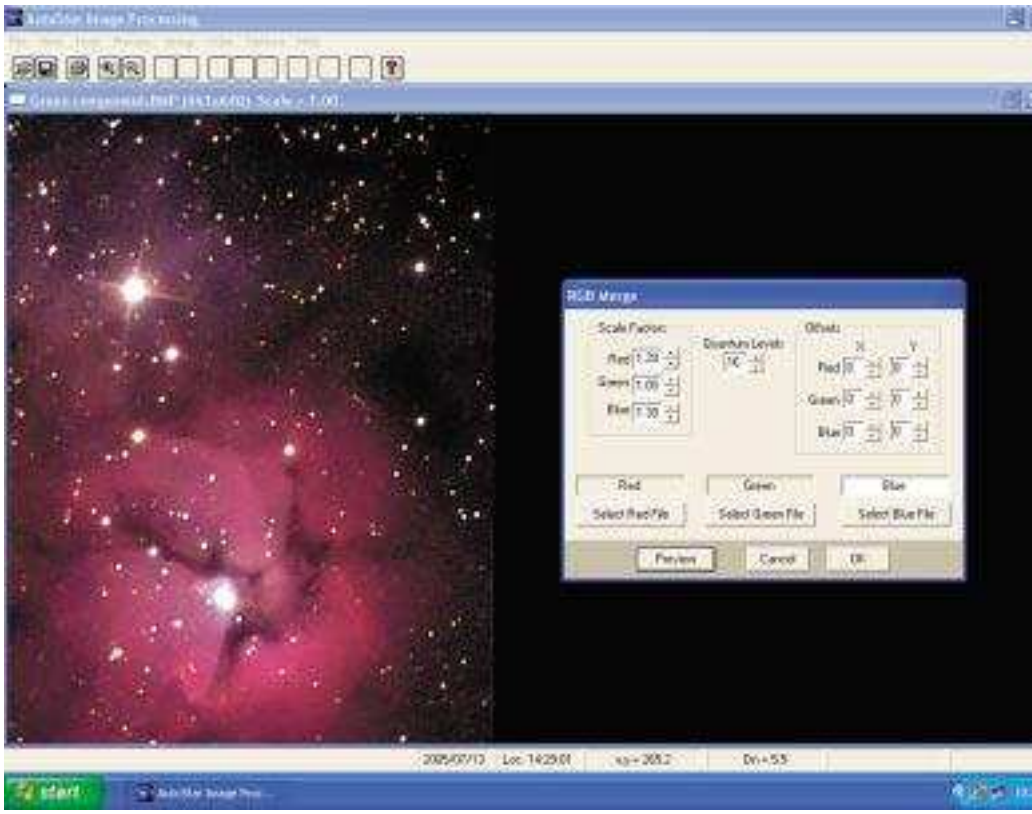
Was Sie sonst noch brauchen

Sehr nützlich ist auch ein »Flipmirror«, bei dem Sie mit einem Klappspiegel zwischen Okular und Kamera hin- und herschalten können. Er hilft Ihnen vor allem, ein Objekt auf dem kleinen Chip des DSI zu zentrieren. Alternativ dazu können Sie natürlich auch ein zweites, zum Hauptinstrument exakt parallel ausgerichtetes Leitfernrohr einsetzen. Ohne solche Hilfsmittel ist das exakte Ausrichten der Kamera auf ein Objekt ein sehr zeitaufwändiger und frustrierender Prozess.

Je nach verwendetem Teleskop kann der kleine Aufnahmechip auch von Vorteil sein. So bewährt sich mein 12½-Zoll-Newton-Spiegelteleskop mit einer Blende von f/4 und einem 0,5fach-Telekompressor, der in die Anschlusshülse der Kamera geschraubt wird, problemlos als Aufnahmeinstrument. Effektiv ergibt sich ein Öffnungsverhältnis von etwa f/2, doch die Qualität der Sternabbildung fällt zum Rand hin stark ab. Dennoch werden selbst in den Bildecken des kleinen DSI-Chips die Sterne noch in akzeptabler Qualität abgebildet.

Der Lieferumfang des DSI enthält alles, was Sie für Deep-Sky-Aufnahmen in Verbindung mit einem Teleskop brauchen. Aber auch die Verwendung von Fotoobjektiven in Verbindung mit dem DSI ist eine interessante Sache. So habe ich mir eine provisorische Verbindung gebastelt, mit der ich meine Nikon-Objektive an den DSI adaptieren kann. Die Firma Digitec Optical bietet mittlerweile auch schon Fertiglösungen für den DSI an. Praktisch wäre vor allem ein Stativgewinde an seinem Gehäuse. Denn dann könnte man die Kamera ohne Probleme huckepack auf ein Teleskop montieren und ein Fotoobjektiv für die Aufnahme verwenden.

Als weitere Verbesserung eines zukünftigen Nachfolgemodells des DSI Pro schlage ich vor, die Filter im Filterschieber mit einem Gehäuse besser vor Tau, >



Auch an Objektive einer Kleinbildkamera läßt sich der DSI anschließen. Dieses Bild des Lagunennebels, das mit einem 300-Millimeter-Objektiv bei Blende f/4 aufgenommen wurde, zeigt ein 0,75 Grad großes Himmelsfeld.

> Staub und versehentlichen Fingerabdrücken zu schützen.

Nach etwa zwei Dutzend Nächten, während derer ich mit einer Farb- und einer Monochrom-DSI-Pro-Kamera Erfahrungen sammeln konnte, glaube ich, dass der DSI eine interessante Ergänzung im Produktspektrum für Astrofotografen darstellt. Sicher wäre es ein Fehler anzunehmen, dass Sie gleich in der ersten Nacht Ergebnisse erzielen, die denen aus der Meade-Werbung ebenbürtig wären.

Dennoch sind in kurzer Zeit ermutigende Resultate möglich, wenn Sie einfach die Standardeinstellungen der Software verwenden und die simple Anleitung von Meade für Deep-Sky-Aufnahmen befolgen. Wahrscheinlich erzielen Sie schon nach wenigen Nächten, in denen Sie die Wahl der Software-Parameter und Aufnahmesequenzen üben, sehr befriedigende Bilder.

Filterkauf spart Geld

Die mit der »AutoStar Suite« mitgelieferte Bildverarbeitungssoftware ist sehr leistungsstark und verfügt über eine Fülle von Funktionen, aber sie lässt sich nicht eben einfach bedienen. Hilfreich wäre hier eine Schritt-für-Schritt-Anleitung, ähnlich derjenigen für die Bedienung des DSI. Erwähnenswert ist in diesem Zusammenhang, dass manche verbreiteten astronomischen Bildbearbeitungsprogramme wie »MaxIM DL« von der Firma Diffraction Limited die Meade-Kameras unterstützten.

Wenn es darum geht, möglichst unkompliziert Farbaufnahmen von Deep-Sky-Objekten zu erhalten, ist der DSI schwer zu schlagen, auch wenn die unkomplizierte Handhabung zum Preis einer reduzierten Empfindlichkeit und Auflösung im Vergleich zum DSI Pro erkauft werden muss.

Noch ein Tipp: Wenn Sie sich für den DSI Pro entscheiden und trotzdem Farbbilder machen wollen, dann sparen Sie Geld, wenn Sie den Farbfiltersatz gleich zusammen mit dem DSI erwerben, statt ihn zu einem späteren Zeitpunkt nachzukaufen.

Beide DSI-Modelle eignen sich für Aufnahmen einer breiten Palette astronomischer Objekte. In erster Linie sind diese Kameras zwar für Einsteiger gedacht, ihre vielfältigen Möglichkeiten machen sie aber auch für fortgeschrittene Astrofotografen interessant. Beim Herausarbeiten feinster Details in Galaxien und Nebeln lernt man in kürzester Zeit eine Menge über die CCD-Fotografie, zum Beispiel über Darkframes, Histogramme und andere wichtige Dinge.

Ich selbst betreibe seit Jahren das Hobby Astrofotografie mit herkömmlichem Film und habe auch schon mit High-End-CCD-Astrokameras gearbeitet. Der Umgang mit dem DSI unterscheidet sich grundlegend von diesen beiden Techniken. Ähnlichkeiten gibt es mit dem Gebrauch von Webcams, zumal bei der Planetenfotografie, allerdings entstehen mit dem DSI auch hübsche Bilder von schwachen Deep-Sky-Objekten, die den Webcams verschlossen bleiben.

Nach meinen Erfahrungen mit dem DSI, der relativ einfachen Handhabung, der Digitalisierungstiefe von 16 Bit, den erweiterten Fähigkeiten (die nach und nach erlernt werden können) und dem erstaunlich geringen Anschaffungspreis wundere ich mich, warum nicht jeder Besitzer eines Teleskops und eines Computers eine solche Kamera haben will.

Gleich ob Ihr Interesse eher den ästhetischen Aufnahmen gilt oder Sie quantitative Auswertungen der Bilder anstreben: Der DSI ist eine günstige und interessante Möglichkeit, das Tor zur Deep-Sky-Astrofotografie aufzustoßen. <<

Ergebnis

Meade DSI-Kameras	
DSI	*** ½
DSI Pro	*** ½
Software	***
Gesamteindruck	*** ½

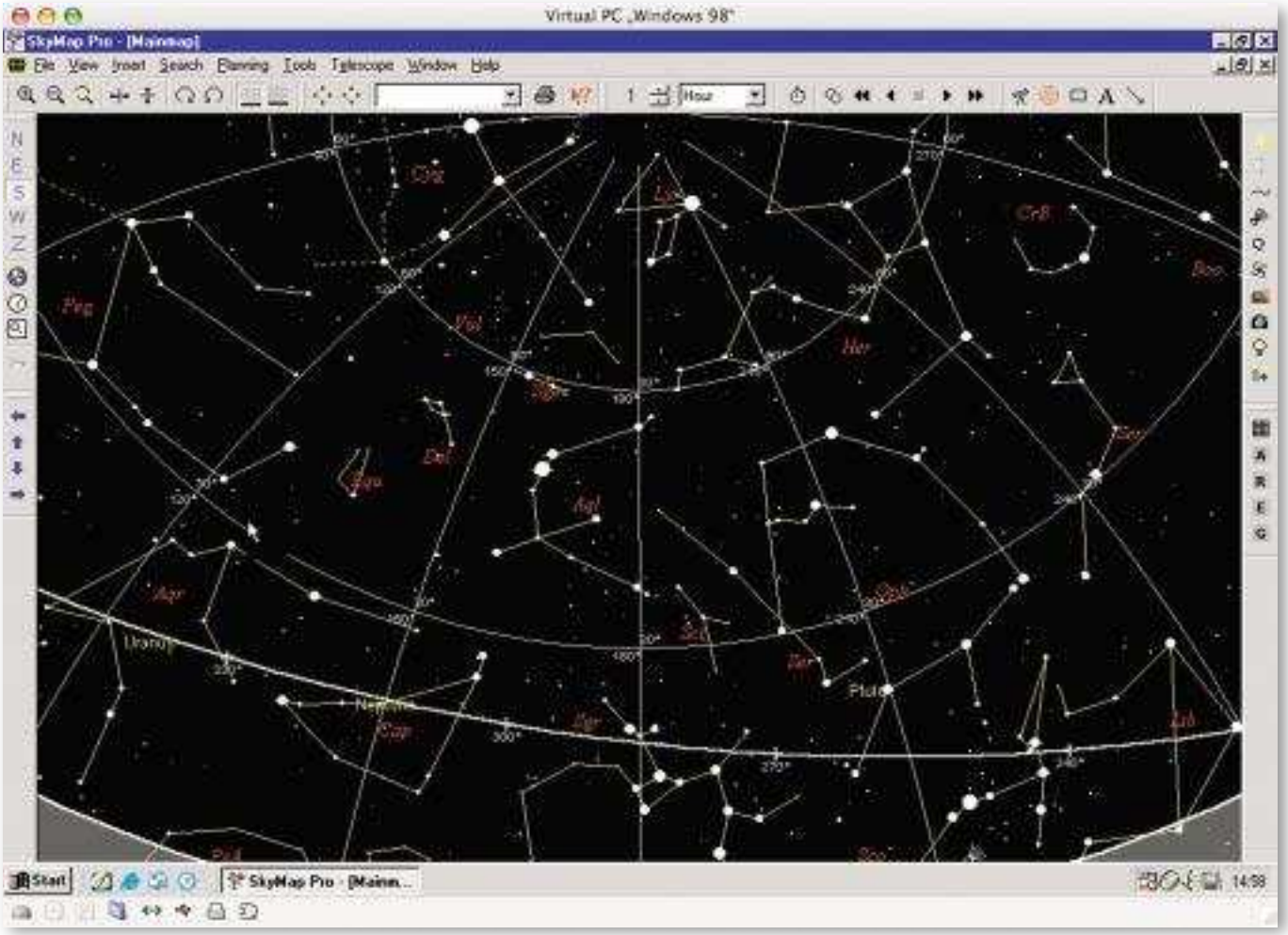
Die CCD-Kameras der Firma Meade bieten ein hervorragendes Preis-/Leistungsverhältnis. Die DSIs und deren Software sind zwar für Einsteiger konzipiert, liefern aber trotzdem qualitativ absolut hochwertige Resultate.

*****	absolut perfekt, keine bedeutenden Verbesserungen möglich
****	kleinere Schwächen, die sich bei der normalen Benutzung nicht bemerkbar machen
***	Schwächen sind feststellbar, die sich aber nur wenig auf die Gesamtleistung auswirken
**	Schwächen sind während der normalen Benutzung feststellbar und beeinträchtigen die Leistung
*	ernsthafte Mängel, die die Verwendung praktisch unmöglich machen

Unser Bewertungsschema ist dazu gedacht, um die Leistungen der getesteten Geräte in Vergleich zu Produkten mit ähnlichen Spezifikationen setzen zu können. Sie ist kein Maß, um die relative Leistung anderer Instrumente mit deutlich anderen Spezifikationen abzuschätzen.

Johnny Horne arbeitet als Bildredakteur für den »Fayetteville Observer« in North Carolina, USA und veröffentlicht seit den 1980er Jahren Testberichte astronomischer Geräte. Der Asteroid 11132 Horne ist ihm zu Ehren benannt.

SCREENSHOT



SkyMap Pro 11

Das Planetarium von SkyMap Pro 11 ist auf dem aktuellen Stand der Technik – nur optisch wirkt es etwas altmodisch.

Die neue Version des ausgereiften Planetariumsprogramms kombiniert Beobachtungsplanung mit der Dokumentation der Ergebnisse.

>> Uli Zehndbauer

Planetarium oder Planen? In den meisten Fällen müssen Sie sich zwischen den beiden Wünschen entscheiden oder zwei Programme auf Ihrem Computer installieren. SkyMap Pro 11 hingegen ist die Software, mit der beides gleichzeitig geht: Das Programm vereint ein ausgereiftes Planetariumsprogramm mit der Möglichkeit, eine Beobachtungsnacht zu planen und die Ergebnisse, seien es Aufzeichnungen oder Bilder, zu dokumentieren.

Mit der Planetariumsfunktion, die dem aktuellen Stand der Technik entspricht, können Sie sich den Sternhimmel an jedem beliebigen Ort der Erde zwischen 4000 v. und 8000 n. Chr. auf den Bildschirm holen. Auf ambitionierte Deep-Sky-Beobachter warten mehr als 200 000 Objekte in der umfangreichen Datenbank, von denen sämtliche Vertreter der NGC- und IC-Kataloge auch als Real-Sky-Bilder vorhanden sind.

Sightseeing nach Katalog

Aber auch für Planeten- und Doppelsternbeobachter sowie Astrofotografen finden sich sinnvolle Funktionen, darunter die heutzutage schon fast selbstverständliche Teleskopsteuerung durch die Software für alle gängigen Go-to-Montierungen. Eine komplette Aufstellung der Features findet sich auf der Homepage www.skymap.com. Dort ist auch eine kostenlose Demoversion der Software zum Download verfügbar.

Bis hierher besteht neben der intuitiven Bedienung der Software noch kein großer Unterschied zu den anderen Programmen am Markt. Diesen Unterschied machen aber die Beobachtungsplanung und die Auswertung der Ergebnisse aus.

SkyMap bietet zwei Programmpunkte zur Vorbereitung einer Nacht am Teleskop an: Mit der Funktion »Target list« im Menü »Planning«, auf Deutsch in etwa »Liste der Beobachtungsziele«, kön-

nen Sie sich nach den unterschiedlichsten Kriterien eine Liste lohnenswerter Himmelsobjekte zusammenstellen. Kataloge wie der von Charles Messier sind bereits vorhanden. Wer am Himmel lieber Individualreisen unternimmt, bastelt sich bei einem Überfliegen des geraden sichtbaren Himmelsabschnitts selbst eine »Target list«. Dafür genügt ein Klick mit der rechten Maustaste auf das gewünschte Himmelsobjekt und die Auswahl des Menüpunkts »add xy to target list«.

Archivfunktion als Erinnerungsstütze für Beobachtungsnächte

Die erstellten Targetlisten können Sie speichern und zu einem späteren Zeitpunkt wieder verwenden oder bearbeiten. Diese Funktion ist vor allem bei der Vorbereitung eines längerfristigen Beobachtungsprojekts oder für die Planung eines Astrourlaubs von Vorteil. Über die Funktion »Target list tour« fährt ein computergesteuertes Teleskop die Ziele Ihrer angelegten Liste nacheinander an.

Die anderen Werkzeuge zur Vorbereitung von Beobachtungen finden sich in den Menüpunkten »Search« und »Tools«. »Search« ist aufgeteilt in die Suche nach Objektgruppen, Katalognamen, Sternbildern, Asteroiden, Kometen und Planeten. Mit der Funktion »Popular name« findet das Programm sogar Objekte, von denen Sie nur den Namen, nicht aber die Katalognummer kennen. Die Funktionen im Menü »Tools« sind eine Art digitales Himmelsjahr: So zeigt Ihnen der »Visibility report« auf einen Blick alle wichtigen Daten für Mond und Planeten.

Unsere Bewertung

Was uns gut gefallen hat:
> ausgereifte Software
> Planetarium/Planung und Logbuch in einem
> intuitive Bedienung

Was uns weniger gut gefallen hat:
> Software nur in englischer Sprache verfügbar
> grafische Darstellung etwas altmodisch

Sky Map Pro 11:
> Vertrieb: Teleskop-Service Ransburg, Preis: 120 €
> www.skymap.com
> www.teleskop-service.de

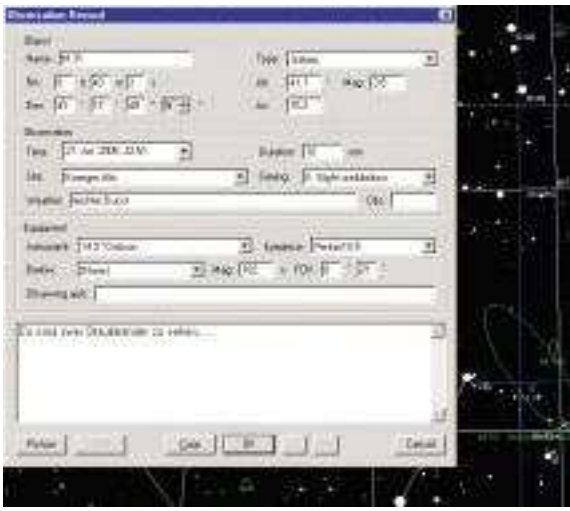
»Phases of the moon« stellt – selbstredend – die Mondphasen dar. Ähnliches gilt für die »Jupiter events«: Für ein definierbares Zeitfenster erhalten Sie hier eine Liste aller Ereignisse im jovianischen System, so auch die Lage des Großen Roten Flecks des Gasplaneten.

Wer sich für Überflüge von künstlichen Satelliten und deren Bahnen interessiert, wird am Menüpunkt »Satellites« seine Freude haben. Finsternisjäger können sich im Punkt »Eclipses« für alle möglichen Sonnen- und Mondfinsternisse die Verläufe auf einer Weltkarte und andere Informationen anzeigen lassen.

Wie eingangs erwähnt, ist in SkyMap auch eine leistungsstarke Logbuchfunktion eingebaut. Mit ihrer Hilfe können Sie Ihre Beobachtungen und Bilder zusammen mit allen relevanten Daten aufzeichnen und dokumentieren (Bild oben rechts). Besonders komfortabel ist dabei die Übernahme der aktuellen Beobachtungszeit sowie aller Objektdaten aus den SkyMap-Katalogen. Das Programm berechnet selbst die verwendete Vergrößerung und das Gesichtsfeld. Dabei stützt es sich auf die Instrumentdaten, die Sie entweder manuell eingeben oder aus einer großen Datenbank gängiger Teleskope und Okulare auswählen.

Im unteren Teil des Fensters können Sie Ihre Beobachtungen beschreiben oder bei Aufnahmen Bildinformationen eingeben. Über die »Picture«-Schaltfläche lässt sich eine Bilddatei mit der Aufzeichnung verknüpfen. Um die Daten zu vervollständigen, verwaltet SkyMap auch die Beobachtungsorte. Diese können Sie mit Koordinaten und sogar der Meereshöhe eingeben.

Zusammengeführt werden die Daten dann im Menüpunkt »Query«. In Schritt eins definieren Sie die Kriterien dafür, welche Objekte ausgewertet werden sollen. Interessieren Sie sich beispielsweise gerade nur für Beobachtungen zu einer gewissen Zeit, dann legen Sie dieses Zeitfenster fest. Schritt zwei ermöglicht die Darstellung der gemachten Beobachtungen. Sie haben die Wahl zwischen einem detaillierten Report mit allen Informationen und einer Tabelle, in der sich die Darstellungskriterien noch filtern lassen. So habe ich mir eine Aufstellung darüber gemacht, was ich 2002 bei meinem Aufenthalt in Namibia beobachtet habe. Damit frische ich die Erinnerungen an diesen unvergesslichen Sternhimmel auf;



Komfortabel dokumentieren
können Sie Ihre Beobachtungen mit der Logbuchfunktion. Auch für eigene Eindrücke oder Bilddaten ist genügend Raum vorhanden.

außerdem ist es eine gute Hilfe für die Planung einer kommenden Tour unter den südlichen Himmel. Beobachter, die ein bestimmtes Projekt abarbeiten wollen, haben mit der »Query«-Funktion und den Targetlisten alle Werkzeuge an der Hand, um dieses systematisch zu planen, durchzuführen und auszuwerten.

Aus meiner Sicht ist die Kombination aus einem guten Planetariumsprogramm und den Logbuch- und Planungsfunktionen ein starkes Tandem für alle Amateurastronomen, die ihre Beobachtungen systematisieren wollen. Ich stimme zwar nicht denjenigen Astronomen zu, die eine nicht dokumentierte Beobachtung als verloren ansehen, doch es hat etwas für sich, seine Ergebnisse zu archivieren und jederzeit gezielt darin stöbern zu können.

Die Software unterliegt einer stetigen Weiterentwicklung seit 1992, dementsprechend ausgereift sind die eingebauten Funktionen. Ein Wermutstropfen für den deutschsprachigen Raum ist allerdings, dass das Programm nur in englischer Sprache erhältlich ist. Wer darin keine Hürde sieht, wird vom Funktionsumfang und dem Praxisnutzen der Software begeistert sein. <<

Uli Zehndbauer ist Amateurastronom und Veranstalter des Bayerischen Teleskopmeetings (BTM). Sein Hauptinteresse gilt der visuellen Deep-Sky-Beobachtung.

Sternwarten in Österreich

Austronomie online – ein neues Portal weist in der Alpenrepublik den Weg zu den Sternen. **>> Oliver Dreissigacker**

Alles auf einen Blick Die Seiten warten nicht mit multimedialem Schnickschnack auf, sondern konzentrieren sich auf das Wesentliche: den Besucher schnell und intuitiv zu den gesuchten Informationen zu führen.

Ganz gleich, ob Sie in einem der neun Länder – Wien mitgerechnet – zu Hause sind oder irgendwann einmal einen Urlaub planen, diese Webseite sollte Ihnen einen Bookmark wert sein.

Auf den Seiten des Verlags der Österreichischen Akademie der Wissenschaften wurde unter der Adresse www.austriaca.at/sternwarten ein Portal erstellt, das auf die »Datenbank österreichischer Astronomen, 1330–2000« zurückgeht, die der Akademieverlag auf CD-ROM herausgibt. Sie sollte ursprünglich ein öffentlicher Leitfaden über die Arbeitsstätten der darin aufgezählten Berufsastronomen sein, sofern sie sich innerhalb der heutigen Staatsgrenzen befinden.

Erfreulicherweise ist das Projekt auch bis hinein in den Amateurbereich ausgedehnt worden, wie auf den namhaften Beobachter und Astrofotografen Johannes Schedler mit seinem »Panther Observatory« in der Steiermark, deren Wappentier Pate für die Benennung seiner Privatsternwarte stand. Freilich kann das Verzeichnis im Fall der Hobbybeobachter nicht umfassend sein. Doch die aufgenommenen Einrichtungen wurden angeschrieben oder besucht und alle interessanten Daten und Fakten mittels eines Fragebogens erfasst. Hierbei fanden in der gegenwärtigen Version des Portals nur solche Amateure und Klubs Berücksichtigung, die über Instrumente verfügen, die fest in dafür vorgesehenen Räumlichkeiten installiert sind.

Die aufgelisteten Einrichtungen sind in sechs Kategorien unterteilt, die durch eine Farbzuweisung in der Landkarte leicht zu unterscheiden sind: Universitätssternwarten (rot), historische Sternwarten (schwarz), Schulsternwarten (violett), Ferien-, Volks- und Vereinssternwarten (grün), Planetarien (blau) und Privatsternwarten (gelb). Hiervon sind dreißig direkt durch einen Klick auf die Österreichkarte erreichbar, weitere 16 auf der Detailseite von Wien.

Zu den meisten Einträgen gibt es eine kleine Fotogalerie, bei einer Hand voll Sternwarten – im Wesentlichen den Uni-Instituten – auch Filme im MPEG-Format. Leider sind diese ohne begleitenden Audiokommentar und etwas zu lang geraten: Der User wird mit Downloads zwischen 10 und 35 Megabyte konfrontiert. Hier etwas weniger, dafür bei den Bildern etwas mehr, das wäre wohl eher im Sinn der Betrachter. <<

WWW.AUSTRIACA.AT

Urlaubsvideo mit Sternwarte Anhand der filmischen Rundgänge kann der Besucher schon im Internet sehen, was ihn vor Ort erwartet.

AH-Redakteur **Oliver Dreissigacker** ergriff während eines einwöchigen Urlaubs die Gelegenheit zum Besuch des Zeiss-Planetariums in Schwaz (siehe auch »Alpine Kuppeln«, S. 68).

Storm Dunlop, Antonín Rükl, Will Tirion

Der Kosmos-Atlas
Sterne und Planeten
Mit allen Sternbildern und Mondkarten

Kosmos-Verlag, Stuttgart 2005
224 S., mit 150 Stern- und Mondkarten,
50 Farbillustrationen und 50 Farbfotos
ISBN 3-440-10144-4
29,90 €

Sterne und Planeten 1

Wer sich den Himmel zu Eigen machen will, liegt mit dem »Kosmos-Atlas Sterne und Planeten« genau richtig: Ein zuverlässiges Nachschlagewerk, ist er so ansprechend präsentiert, dass man auch gerne einfach mal darin herumblättert. Wie ein guter Weltatlas dient er Sternguckern als Referenzwerk für zu Hause – und das ein Leben lang.

Astro-Novizen erhalten auf acht Seiten Einleitung zunächst eine gut verständliche Einweisung: Kurze Abschnitte mit erläuternden Grafiken erklären, wie am Himmel Koordinaten bestimmt, wie Sterne und andere Objekte benannt werden und was den Beobachter sonst noch alles am Himmel erwartet. Dann folgen ganzseitige Sternkarten und Tabellen zu den dort vorhandenen Objekten.

Den Hauptteil bilden Beschreibungen der 88 Sternbilder, jeweils mit kurzem Vorspann, Abschnitten zu ausgewählten Objekten und der dazugehörigen Sternkarte. Kartenwerk und Tabellen liefern auch fortgeschrittenen Benutzern profunde Information. Bevor es anschließend mit den Mondkarten weitergeht, erfolgt wiederum erst eine Einweisung in die Mondbeobachtung – an sinnvoller Stelle und ebenso klar und vollständig wie in der Einleitung. Das letzte Kapitel befasst sich schließlich mit den Planeten und Kleinkörpern unseres Sonnensystems.

Dafür, dass sich der Atlas »Sterne und Planeten« nennt, ist dieser letzte Teil mit acht Textseiten jedoch reichlich kurz geraten. Objekte wie der Planet Pluto, die im Amateurteleskop nicht gut sichtbar sind, tauchen praktisch nicht auf. Dafür finden sich in allen Kapiteln Tipps für Fernrohr- und Feldstecherbeobachter. Den Mondkarten ist sogar jeweils eine nur wenig kleinere gespiegelte Ansicht beigestellt, wie sie in Teleskopen für den astronomischen Gebrauch mit einer ungeraden Zahl an Reflexionen erscheint.

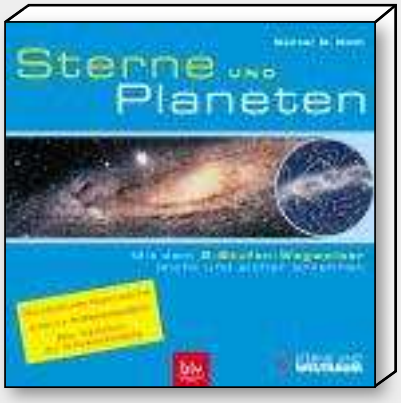
Die übersichtlichen Sternkarten von Will Tirion – in ASTRONOMIE HEUTE vielfach bewährt – sind ebenso aufschlussreich wie Antonín Rükls berühmte Mondkarten, von denen ein ganz eigener ästhetischer Reiz ausgeht.

Was fehlt, sind die in der Einleitung angekündigten Fotografien zu besonders lohnenswerten Objekten: Einzig Fornax, der »Chemische Ofen«, ist porträtiert. Und mangels Schlagwortverzeichnis lassen sich insbesondere die ansonsten sehr hilfreichen Kästen mit Zusatzinfos und Worterklärungen nur schwer wiederfinden. Wer merkt sich schon, dass er die Weißen Zwerge beim Sternbild Canis Minor suchen muss?

Insgesamt handelt es sich jedoch um einen qualitativ hochwertigen Atlas zu einem durchaus vertretbaren Preis – der ideale Grundstock für die Bibliothek eines jeden Amateurbeobachters.

>> Carolin Konermann

Sterne und Planeten 2



Günter D. Roth

Sterne und Planeten
9., überarbeitete und erweiterte Auflage

BLV-Buchverlag, München 2005
192 S., mit 124 Farbfotos, 89 S/W-Fotos,
118 Zeichnungen
ISBN 3-405-16974-7
14,95 €

Drei Dinge braucht der Sternfreund und derjenige, der es werden möchte: seine Augen, einen möglichst klaren und dunklen Nachthimmel und eine sachkundige Anleitung. Für Letztere empfiehlt sich ein erfahrener Amateurastronom aus dem Bekanntenkreis oder einer der guten Himmelsführer, die auf dem Buchmarkt erhältlich sind.

Einer der Klassiker unter den gedruckten himmelskundlichen Wegweisern sind die »Sterne und Planeten« von Günter D. Roth. Die erste Auflage erschien bereits im Jahr 1972. Nun liegt die neunte, überarbeitete und erweiterte Auflage vor.

Der Autor, Mitherausgeber der Fachzeitschrift »Sterne und Weltraum«, führt in den ersten Kapiteln des überaus üppig illustrierten Bands zunächst in die Praxis der Himmelsbeobachtung ein. Auf 27 Doppelseiten wird dem Nutzer sodann der gesamte Sternhimmel vorgestellt.

Jeweils auf der linken Seite finden sich Grafiken mit einem Himmelsausschnitt und kurze Beschreibungen der darin liegenden Sternbilder. Die gezeig-

= nicht empfehlenswert
= annehmbar
= sehr empfehlenswert

ten Sterne sind alle heller als 6. Größe, sodass die Karten dem Anblick des Nachthimmels mit bloßem Auge entsprechen. Jeweils zwei Himmelsobjekte daraus, die sich für die Beobachtung mit einem Feldstecher oder einem kleinen Teleskop eignen, werden auf der rechten Seite fotografisch vorgestellt und näher beschrieben.

Der Verlag preist diesen Zwei-Stufen-Wegweiser als »genial einfaches Suchsystem«. Und tatsächlich erweist sich diese Art der Präsentation als angenehme Hilfe zum Aufsuchen der ausgewählten Sternhaufen, Doppelsterne, veränderlichen Sterne und Gasnebel.

Die systematische Beschränkung auf zwei Himmelsobjekte pro Ausschnitt wird zwar nicht immer der Fülle an beobachtbaren Details gerecht. Dennoch bietet das vorliegende Buch dem Einsteiger in die beobachtende Astronomie eine repräsentative Auswahl an lohnenden Objekten und genügend Informationen und Tipps für viele gelungene Beobachtungsnächte. An bewölkten Abenden kann sich der Leser dann in die anderen Kapitel vertiefen. Sie stellen den aktuellen Wissensstand über die Himmelskörper unseres Sonnensystems vor und geben einen kurzen Abriss über die Physik der Sterne und die Beobachtungsmethoden der modernen Astrophysik.

Wer nicht nur theoretisch oder mit bloßem Auge zu den Schönheiten des Nachthimmels vorstoßen möchte, findet in dem Abschnitt »Fernrohre für Sternfreunde« nützliche Informationen und Entscheidungshilfen für die Anschaffung eines eigenen Teleskops oder Feldstechers.

Eine kurze Beschreibung der Astronomiegeschichte, eine Zusammenstellung wichtiger Himmelsereignisse bis zum Jahr 2015, ein umfangreiches Glossar und ein Stichwortverzeichnis runden das durchaus empfehlenswerte Werk ab.

>> Uwe Reichert

Alle rezensierten Bücher können Sie bei wissenschaft online bestellen

Internet: www.science-shop.de

per E-Mail: shop@wissenschaft-online.de

telefonisch: 06221 9126-841

per Fax: 06221 9126-869

WWW.DEGRUYTER.DE

Wenn Sie es im Einstein-Jahr genau wissen wollen!

Ludwig Bergmann / Clemens Schaefer
Lehrbuch der Experimentalphysik:

Band 7

■ **Erde und Planeten**

Hrsg. v. Wilhelm Raith

2. aktual. Aufl. 2001. XV, 727 Seiten.
382 Abb. 50 Tab. 19 Farbtaf. Gebunden.
€ [D] 68,- / sFr 109,-.*
ISBN 3-11-016837-5

Band 8

■ **Sterne und Weltraum**

Hrsg. v. Wilhelm Raith

2. stark erw. und aktualisierte Aufl. 2002.
XIV, 640 Seiten. 277 Abb. 45 Tab.
7 Farbbilder. Gebunden.
€ [D] 64,- / sFr 102,-.*
ISBN 3-11-016866-9

Mit den vielen praktischen Hinweisen zur Nutzung des Internets sind die Bücher nützlich für Amateur-Astronomen. Leser, die sich allgemeinbildend für die Astrophysik interessieren, finden hier Informationen über alle neuen Entwicklungen. Mit dem ausführlichen Register sind die Bücher auch zum Nachschlagen geeignet.

W DE G de Gruyter
Berlin · New York

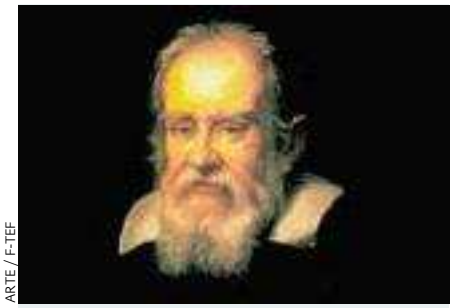
** Preisänderungen vorbehalten.*

TV-PROGRAMM

Samstag, 15. Oktober

Audimax: Alpha-Campus Collegium Alexandrinum
Welche Rolle spielen Miniteilchen bei der Erforschung des Weltraums?
Bayern alpha, 11.15 Uhr

Sonntag, 16. Oktober



ARTE / F-TEF

Galileo Galilei und die Sterne
Der italienische Mathematiker und Physiker Galileo Galilei erforschte mit seinem selbst konstruierten Fernglas die Gestirne und sah, dass Kopernikus Recht hatte: Die Erde dreht sich um die Sonne. ARTE zeigt das Porträt eines Mannes, der das heliozentrische Weltbild verteidigte, das erste Physikbuch der Moderne schrieb und dessen Geschichte Berthold Brecht ein Theaterstück widmete
ARTE, 13.05 Uhr

Dienstag, 18. Oktober

TimeSlot-Magazine
Zu Beginn des 21. Jahrhunderts ist die Raumfahrttechnik so weit fortgeschritten, dass sogar eine Besiedelung des Mars in Erwägung gezogen wird
Discovery Channel, 9.15 Uhr

Prisma
Was Einstein noch nicht wusste (2)
Das vibrierende Universum
Brian Greene beschreibt die Entwicklung einer 200 Jahre lang vergessenen Formel zur ersten Idee von der »Stringtheorie«
NDR, 23.00 Uhr
Wdh. am 22.10. um 2.25 Uhr

Auswahl aus dem Fernsehangebot zu Themen aus Astronomie und Raumfahrt der kommenden Wochen. Kurzfristige Programmänderungen sind möglich.

Mittwoch, 19. Oktober

Auslandsreporter
Mars in den Anden –
Eine Nasa-Expedition in Bolivien
Die Nasa erforscht mit der Mission »Mars Underwater« auf dem Vulkan Lincancabur an der bolivianisch-chilenischen Grenze seit Jahren extreme Lebensräume. Die Bedingungen dort ähneln denen auf dem Roten Planeten vor 3,5 Milliarden Jahren. Die Wissenschaftler besteigen den rund 6000 Meter hohen Krater und tauchen in den höchst gelegenen Süßwassersee der Welt
SWR, 21.45 Uhr

Freitag, 21. Oktober

Omega Speedmaster 1969
Sie ist die einzige Uhr, die je auf dem Mond war – und begleitet seitdem alle Astronauten und Kosmonauten ins Weltall. Die Omega Speedmaster gilt als zuverlässigste und stabilste Uhr der Welt
ZDF Doku, 5.00, 13.00 und 21.00 Uhr

Samstag, 22. Oktober

Ganz schön vermessen
Ob an Land, auf See, in der Luft oder im Weltraum – je nach Standort nimmt der Mensch die Erde in unterschiedlicher Weise wahr. Vermessung, Kartografie, Ortung und Navigation sind unverzichtbare Hilfsmittel, um sich ein möglichst exaktes Bild von einer Welt zu machen
SWR, Bis zum Horizont (1/4): 6.45 Uhr,
Kein Land in Sicht (2/4): 7.15 Uhr,
Aus der Vogelperspektive (3/4): 7.45 Uhr,
Den Globus im Visier (4/4): 8.45 Uhr

Freitag, 28. Oktober

SPIEGEL TV Themenabend
Verloren im Weltall –
Der Unglücksflug von Apollo 13
Mit Apollo 11 beginnen die Mondlandungen, die mit Apollo 17 enden – doch ausgerechnet beim Flug von Apollo 13 geht etwas schief. Lädiert durch eine Explosion an Bord, schwebt das Raumschiff samt Besatzung vier Tage im All. Die Astronauten erzählen von den dramatischen Tagen zwischen Leben und Tod, von dem herbeigesehnten Wiedereintritt in die Erdatmosphäre und von der spektakulären Heimkehr
VOX, 23.00 Uhr
Die Dokumentation wird gesendet im Anschluss an den Spielfilm »Apollo 13« von Ron Howard mit Tom Hanks (VOX, 20.15 Uhr)

Samstag, 29. Oktober

Die lange Nacht des Universums – vom Sputnik bis zum Pathfinder
Dokumentationen über die Geschichte der Weltraumforschung, die Landung der Sonde Pathfinder und den Aufbau der Internationalen Raumstation ISS
VOX, 1.45 Uhr

Flucht ins All – Weltraumtouristen
Inzwischen können auch Nichtastronauten für viel Geld ins All fliegen
NTV, 15.10 Uhr
Wdh. um 20.10 Uhr

Planet Wissen
Schwerpunktwoche
»Sonnensystem und Universum«
vom 21. bis zum 25.11.
mit Harald Lesch (im Foto rechts)
21.11.: Rückkehr zum Mond
22.11.: Erdentstehung – Von der Feuerkugel zum Blauen Planeten
23.11.: Abenteuer Sonnensystem – Die Erkundung der Planeten
24.11.: Kosmische Rätsel – Der tiefe Blick ins Universum
25.11.: Labor Erde – Der Weg zum Leben
SWR, 14.00 Uhr,
WDR, 15.00 Uhr (Wdh. am nächsten Tag um 7.30 Uhr), Bayern alpha, 16.15 Uhr (Wdh. am nächsten Tag um 6.15 Uhr)

AH, OLIVER DREISSIGACKER

EVENTS

16.10.: »Besser beobachten – der Mars«, ab 15 Uhr im Hotel Sofienalpe, A-Wien 14.
20.10.: Einführungskurs »Erlebte Astronomie« (Teil 1). Ab Donnerstag an acht Abenden, Beginn 19 Uhr im Seminarhotel Springer Schlössl, Tivoligasse 73, A-Wien 12.
Info und Anmeldung für beide Termine: Wiener Arbeitsgemeinschaft für Astronomie, Tel.: +43 664 2561221 (täglich von 14 – 21 Uhr), Internet: www.waa.at

28. – 30.10.: 5. Stuttgarter CCD-Workshop im Planetarium Stuttgart (Keplersaal) sowie in der Sternwarte Stuttgart, Uhlandshöhe. Info und Anmeldung: Schwäbische Sternwarte, Seestraße 59a, D-70174 Stuttgart, Tel.: +49 711 2260893, Internet: www.sternwarte.de/verein/ccd-ws/

Oktober und November:
Das Planetarium Hamburg beschließt den Oktober mit der »Nacht des Wissens«: Von 13 bis 0 Uhr gibt es stündlich eine Show und Sonderveranstaltungen wie »Sterne und Weltraum aktuell« und »Sterne und Planeten heute Nacht«.
Im November gibt es sphärische Klänge mit Raphael Marionneau bei »Le Voyage Abstrait« am 2.11. und mit Jean Michel Jarre bei »Aero« am 3., 12. und 19.11. jeweils um 20.30 Uhr. Bernd Loibl, Direktor des Planetariums Wolfsburg, hält einen zweiteiligen Sondervortrag zum Thema »Astronavigation« am 11. und am 18.11. jeweils um 19.30 Uhr. Der Kunsthistoriker Ehrenfried Kluckert spricht am 25.11. ebenfalls ab 19.30 Uhr über »Licht, herrlicher als Gold«. Am 30.11. ab 19.30 Uhr wird »Astronomie, live aus dem Internet« geboten.
Info: Planetarium Hamburg, Hindenburgstr. 1b, D-22303 Hamburg, Tel.: +49 40 4288-6520, E-Mail: verwaltung@planetarium-hamburg.de, Internet: www.planetarium-hamburg.de

29.10.: 14. Tagung der Amateurastronomen Westsachsens in der Schulsternwarte mit Planetarium »Sigmund Jähn«, Rützengrüner Straße 41a, D-08228 Rodewisch. Mit Vorträgen von und für Amateurastronomen. Anmeldung (Teilnahme und Vorträge): Tel.: +49 3744 32313, E-Mail: graf@sternwarte-rodewisch.de, Internet: www.sternwarte-rodewisch.de

18.11. – 2.12.: SuW-Leserreise nach Hawaii mit Reiseleiter Joachim Biefang: Besichtigung der Großteleskope Keck, Subaru und Gemini Nord auf dem Mauna Kea sowie zahlreiche Exkursionen. Preis pro Person im Doppelzimmer rund 3500 Euro. Info und Buchung: Wittmann Travel, Hamburg, Tel.: +49 40 85105376, E-Mail: info@wittmann-travel.de, Internet: www.geocities.com/biefang_astroreisen

U. HEIDELBERG

7. - 11.11.: Kinder in ganz Europa lernen Physik an der Uni. Die Universität Heidelberg bietet gleichzeitig mit neun Partnerhochschulen von Helsinki bis Mailand eine »Europäische Kinderuniversität« mit dem Schwerpunkt Physik an. Eine Woche lang können Kinder passend zum »Jahr der Physik« und dem »Einsteinjahr« auch viel über Astronomie erfahren. Die zentrale Abschlussveranstaltung des von der Europäischen Union geförderten Projekts findet am 17. und 18. November in Brüssel statt. Infos auf drei verschiedenen Internetseiten: www.kinderuni-heidelberg.de, www.kinder-hd-uni.de oder www.kinderuniversitas.de

26.11.: 10. HATT – Ausstellung für Amateurastronomen mit Flohmarkt von 10 bis 16 Uhr in der Aula der Realschule Grünstraße, D-45525 Hattingen. Info und Anmeldung (nur für Aussteller erforderlich): Ingo Schmidt, Schonnefeldstr. 23, D-45326 Essen, Tel.: +49 201 8336082, E-Mail: ingo.schmidt@cneweb.de, Internet: www.sternwarte-hattingen.de

Auch Ihre Termine können hier kostenlos stehen! Für die Januar/Februar-Ausgabe schicken Sie bis zum 15. November 2005 eine E-Mail an: redaktion@astronomie-heute.de

Ein Präsent von zeitloser Schönheit

Armbanduhr »Galaxis«

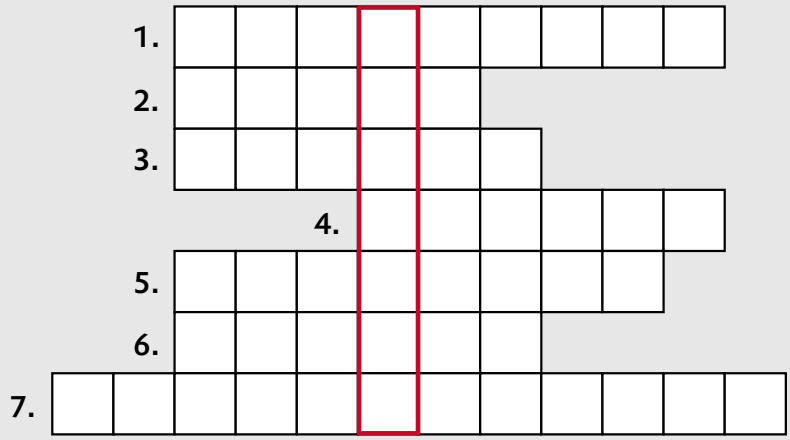
Exklusiv für die Leser unserer Magazine und in limitierter Auflage, bieten wir diese Herrenarmbanduhr an. Swiss made von Fortis, mit Quarzlaufwerk, schwarzem Lederarmband und Datumsanzeige, ist die Uhr auch noch bis 50 m/5 ATM wasserdicht. Die Rückseite ist mit einer individuell eingravierten Auflagennummer versehen. 1 Jahr Herstellergarantie; € 119,- (zzgl. Versandkosten); lieferbar ab Ende September 2005;
Eine Bestellmöglichkeit finden Sie auf dem Beihefter unter der Verlagsadresse oder im Internet.

www.spektrum.de/lesershop

Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH | Slevogtstr. 3–5
D-69126 Heidelberg | Telefon 06221 9126-600 | Telefax 06221 9126-751
marketing@spektrum.com

Gewinnen Sie bis Weihnachten ein Teleskop mit ASTRONOMIE HEUTE! Teil 4

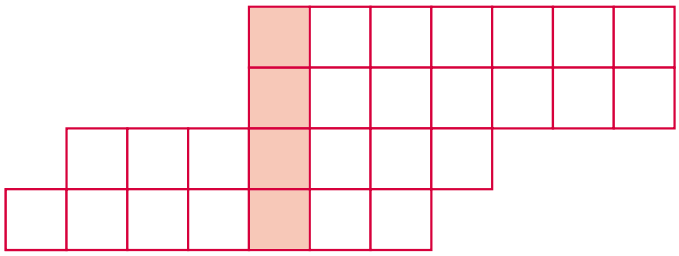
1. Englische Bezeichnung für ein Dunkelbild, das man von einem Kamerachip anfertigt, um es später von den Aufnahmen zu subtrahieren
2. Süddeutscher Astronom, der vor rund 400 Jahren eine Konvention zur Bezeichnung von Sternen einführte
3. Künftiges russisch-europäisches Raumschiff
4. Astronom, der nachwies, dass die Galaxien außerhalb der Milchstraße liegen
5. Frühere Sonde der Nasa, berühmt durch ihre Radaraufnahmen der Venusoberfläche
6. Kieler Astronom, nach dem eine Gruppe sonnennaher Kometen benannt ist
7. Hoch gelegener Ort in Österreich, der sowohl über eine Sternwarte als auch ein Planetarium verfügt



Bitte schicken Sie das rot umrandete Lösungswort per E-Mail an preisraetsel@astronomie-heute.de oder auf einer Postkarte an Spektrum der Wissenschaft, Stichwort ASTRONOMIE HEUTE 11/2005, Postfach 10 48 40, D-69038 Heidelberg. Einsendeschluss ist der 6. November 2005. Bei mehreren richtigen Lösungen entscheidet das Los. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen. Auflösung und Gewinner stehen in der Januar/Februar-2006-Ausgabe, im Handel erhältlich ab Donnerstag, dem 15. Dezember 2005.

WEIHNACHTSRÄTSEL

Finden Sie die Reihenfolge, in der die vier Lösungswörter der Ausgaben von Juli/August bis November in den roten Kästchen einen astronomischen Begriff ergeben. Schicken Sie diesen bis zum 6.11. mit dem Stichwort »Weihnachtsrätsel« an den Verlag (Adressen siehe oben). Unter den richtigen Einsendern wird der »Reisedobson« verlost (Beschreibung siehe unten). Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.



Hauptpreis: »Reisedobson« Spiegelteleskop unter acht Kilogramm Gewicht mit Zwanzig-Zentimeter-Newton-Optik, komplett mit Montierung in einer handlichen Transportbox. Von Hofheim Instruments (www.hofheiminstruments.com), Wert: 1000,– €. Wird verlost unter den richtigen Einsendungen des Weihnachtsrätsels, siehe obigen Kasten.

Preise dieses Einzelrätsels:

1. Preis: »Albert Einstein – E = m c²« DVD, Stereo, Bildformat 4:3, Laufzeit zirka 90 Minuten, Produktion: WGBH, deutsche Fassung NDR, KM (www.komplett-media.de), 39,95 €

2. Preis: »Fasziniert von den Sternen – Abenteuer und Entdeckungen berühmter Hobby-Astronomen« von Timothy Ferris. Fest gebunden mit Schutzumschlag, 370 S., Kosmos-Verlag, 24,90 €

3. Preis: zwei Eintrittskarten für das Cybernarium, Darmstadt. Neueste Technologien, faszinierende Wissenschaft interaktiv erleben (www.cybernarium.de), 24,– €

4. Preis: »Der Himmel bei Nacht« von Robin Kerrod. Interaktives Set mit Handbuch, Sternführer, drehbarer Sternkarte und Rotlichttaschenlampe. Fleurus-Verlag (www.fleurus.de), 19,90 €

Lösung des Preisrätsels im September-Heft:

H	O	F	F	M	E	I	S	T	E	R
				M	E	T	E	O	R	
	N	E	U	T	R	O	N	E	N	S	T	E	R	N
		O	N	I	Z	U	K	A						
M	I	N	E	R	V	A								
	B	A	R	L	O	W	L	I	N	S	E			
				L	A	T	O	R						

LÖSUNG:

Itokawa: Asteroid (25143), Ziel der Raumsonde Hayabusa

Gewinner des Septemberrätsels: 1. Gerhard Stemmler, Oelsnitz/E. (DVD »E = mc²«); 2. Jens Döblitz, Stuttgart (Buch »Wissen neu erleben«), 3. Petra Meyer-Gattermann, Hess.-Oldendorf (Buch »Fasziniert von den Sternen«); 4. Gerald Kurek, Leverkusen (Karten »Cybernarium«).

www.astro-messe.de

Astro - ServiceCenter
Daimlerstraße 6
38112 Braunschweig
Tel.: 0531 / 2317815
Fax: 0531 / 2317816
www.astro-sc.de
info@astro-sc.de
Astro-optik BOCK

Das Fachgeschäft in Norddeutschland mit der großen Auswahl!
Ehrliche und kompetente Beratung durch erfahrene Hobbyastronomen
Wir liefern Teleskope und Zubehör **aller** Hersteller

Fachhandel für opt.Geräte und Astro-Teleskope
OPTIC MAKARIO
Optische u. feinmechanische Fachwerkstatt
Geprüfte, präzise kollimierte Teleskope
Wir reparieren:
Teleskope, Photo-Objektive, Ferngläser, Spektive, Mikroskope
NEU Umbau der Canon EOS 300 D, 350 D und 20 D für optimierten Einsatz in der Effektfotografie und Astrofotografie NEU
Langjähriger Canon Servicetechniker

»Saharasky« wurde im Oktober 2004 als erste private Sternwarte in Marokko eingeweiht. 400 m^2 Sternenterrasse mit super Saharahimmel ohne Lichtverschmutzung. Meade GPS und Refraktorteleskope. Kasbah Hotel unter deutscher Leitung.
www.saharasky.com

Neuheiten 2006! DVDs/CD-ROMs Astronomie und Raumfahrt sowie weiterer Wissensgebiete! **Kostenlosen Farbkatalog anfordern: Weltraum-Versand, Stefan Böhle, Connollystr. 29/2, 80809 München, Tel.: 0162 5910355,**
www.weltraum-versand.de

Meade Zehn-Zoll-LX200GPS f/10, komplett. Stativ, original Taukappe. Zustand neuwertig. VB 2200,–€, nur an Selbstabholer. Tel.: 07520 920955

Acht-Zoll-Newton auf EQ5-Montierung und Alustativ (inkl. 2 Okulare, Mondfilter und Polsucher), VHB 300,–€. Tel. 04123 921101, mobil 0172 5159891.

Verkaufe zu Gunsten der Kindernothilfe Foto-CD mit über 600 eigenen Astrofotos für 12 Euro sowie auf VHB gute Originaldias (MoFi, Mondkrater, Jupitermonde usw.) Fotos und E-Mail siehe
www.martin-wagner.org

Das große Einstein-Quiz

Das Lösungswort lautete:
Relativitaetstheorie

Gewinnerin des Meade ETX-105 Astroscope ist Sonja Schmitt, Heppenheim.

Die 199 Gewinner der weiteren Preise wurden schriftlich benachrichtigt.

Herzlichen Glückwunsch!

Private Kleinanzeigen mit bis zu fünf Zeilen für Abonnenten von ASTRONOMIE HEUTE kostenlos!

Für Nichtabonnenten gelten folgende Preise für Kleinanzeigen:

Anzahl Zeilen	privat	gewerblich
bis zu drei Zeilen	22,–€	32,–€
jede weitere Zeile	5,–€	5,50€

ASTRONOMIE HEUTE-Abonnenten können private Kleinanzeigen mit bis zu fünf Zeilen pro Ausgabe kostenlos schalten. Jede weitere Zeile kostet für Abonnenten 5,–€. Geben Sie bitte bei Einsendung von Kleinanzeigen stets Ihre Kundennummer an. Diese entnehmen Sie Ihrer Abonnementrechnung oder dem Adressträgerblatt. Bitte beachten Sie: Ist der verfügbare Platz in einer Ausgabe vergeben, behält sich die Redaktion das Recht vor, später eintreffende Anzeigen in die nächstverfügbare Ausgabe zu verschieben. Eine Zeile enthält durchschnittlich vierzig Zeichen. Alle Preise zuzüglich gesetzlicher Mehrwertsteuer. Die Grundgebühr pro Anzeige ist bereits eingerechnet. Gleichzeitig erhalten Sie einen Eintrag in unserer Online-Kleinanzeigendatenbank für die Verkaufsdauer der jeweiligen Print-Ausgabe.

Bitte senden Sie Ihre Kleinanzeige an:
Spektrum der Wissenschaft,
Redaktion ASTRONOMIE HEUTE,
Slevogtstr. 3–5,
D-69126 Heidelberg,
Fax: 06221 9126-769, E-Mail:
kleinanzeigen@astronomie-heute.de

Der Einsendeschluss ist sechs Wochen vor Erscheinen des Hefts.

VORSCHAU

Per Anhalter durch die Galaxis …

Gehen Sie mit uns auf eine Entdeckungstour durch unsere kosmische Heimat – die Milchstraße

ILLUSTRATION: MARK GARLICK

FOTO-ILLUSTRATION: S & T, PATRICIA GILLIS-COPPOLA

Einstein auf dem Prüfstand

Viele seiner revolutionären Theorien lassen sich erst heute experimentell überprüfen. Wir fassen die Ergebnisse für Sie zusammen

Fernrohre (nicht nur) für Kinder

Unsere Marktübersicht präsentiert die besten Einsteigerteleskope und nennt ihre Vor- und Nachteile

NIGHT SKY, C. M. UTTER

JEFF BALL

Teleskopmagnet M 42

Der große rote Orionnebel wird Sie nicht mehr loslassen, wenn er einmal in Ihrem Okular aufgetaucht ist

IMPRESSUM

Chefredakteur: Dr. habil. Reinhard Breuer (v.i.S.d.P.)
Redaktion: Dr. Oliver Dreissigacker, Stephan Fichtner, Dr. Joachim Schüring
Ständige Mitarbeit: Dr. Frank Schubert
Artdirector/Layout: Karsten Kramarczik
Layout: Marc Grove
Verlagsleiter: Dr. Carsten Könneker
Schlussredaktion: Christina Peiberg (kom. Ltg.), Sigrid Spies, Katharina Werle
Bildredaktion: Alice Krüßmann (Ltg.), Anke Lingg, Gabriela Rabe
Redaktionsassistenz: Eva Kahlmann, Ursula Wessels
Redaktionsanschrift: Postfach 10 48 40, D-69038 Heidelberg, Tel.: 06221 9126-711, Fax: 06221 9126-729
Verlag: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Postfach 10 48 40, D-69038 Heidelberg; Hausanschrift: Slevogtstraße 3–5, D-69126 Heidelberg, Tel.: 06221 9126-600, Fax: 06221 9126-751, E-Mail: redaktion@astronomie-heute.de
Mitarbeit in diesem Heft: Stephanie Hügler, Corinna Karow, Stephen Koszudowski, Dagny Lüdemann, Dr. Monika Maintz, Stefan Seip, Ulrich Zehndbauer
Herstellung: Natalie Schäfer, Tel.: 06221 9126-733
Einzelverkauf: Anke Walter (Ltg.), Tel.: 06221 9126-744

Marketing: Annette Baumbusch (Ltg.), Tel.: 06221 9126-741, E-Mail: marketing@spektrum.com
Geschäftsleitung: Markus Bossle, Thomas Bleck
Leser-Service: Tel.: 06221 9126-743, E-Mail: marketing@spektrum.com
Vertrieb und Abonnementverwaltung: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, c/o Zenit Pressevertrieb GmbH, Julius-Hölder-Str. 47, D-70597 Stuttgart, Vertretungsberechtigter: Uwe Bronn
Bezugspreise: Einzelheft: € 6,50, Jahresabonnement Inland (10 Ausgaben): € 56,–, Jahresabonnement Ausland: € 61,–, Jahresabonnement ermäßigt Inland (gegen Schüler- oder Studentennachweis): € 50,–, Jahresabonnement ermäßigt Ausland (gegen Schüler- oder Studentennachweis): € 55,–. Zahlung sofort nach Rechnungserhalt. Konto: 22 706 708, Postbank Stuttgart (BLZ 600 100 70). Die Mitglieder der Vereinigung der Sternfreunde e. V. (VdS) erhalten ASTRONOMIE HEUTE zum gesonderten Mitgliedsbezugspreis.
Anzeigen/Druckunterlagen: VMS Limperg Verlags- & MedienService, Sudetenstraße 16, D-63486 Bruchköbel, Tel.: 06181 729-04, Fax: 06181 729-84, E-Mail: f.limperg@limperg.de
Anzeigenpreise: Zurzeit gilt die Preisliste vom Januar 2005.
Gesamtherstellung: Westermann Druck GmbH, D-38104 Braunschweig

Sämtliche Nutzungsrechte an dem vorliegenden Werk liegen bei der Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH. Jegliche Nutzung des Werks, insbesondere die Vervielfältigung, Verbreitung, öffentliche Wiedergabe oder öffentliche Zugänglichmachung, ist ohne die vorherige schriftliche Einwilligung der Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH unzulässig. Jegliche unautorisierte Nutzung des Werks berechtigt die Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH zum Schadensersatz gegen den oder die jeweiligen Nutzer. Bei jeder autorisierten (oder gesetzlich gestatteten) Nutzung des Werks ist die folgende Quellenangabe an branchenüblicher Stelle vorzunehmen: © 2005 (Autor), Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Heidelberg. Jegliche Nutzung ohne die Quellenangabe in der vorstehenden Form berechtigt die Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH zum Schadensersatz gegen den oder die jeweiligen Nutzer. Für unaufgefordert eingesandte Manuskripte und Bücher übernimmt die Redaktion keine Haftung; sie behält sich vor, Leserbriefe zu kürzen.

ISSN 1610-8728, www.astronomie-heute.de

Sky & Telescope, Sky Publishing Corporation, 49 Bay State Road, Cambridge, MA 02138-1200, USA, President/Publisher: Susan B. Lit Editor in Chief: Richard Tresch Fienberg, Ph.D. Marketing Director: Marcy McCreary

Die Übersichts- und Ausschnittssternkarten von ASTRONOMIE HEUTE wurden mit Software und Designelementen von Roger W. Sinnott und Steven Simpson erstellt.

Wir übernehmen keine Haftung für die Inhalte externer Webseiten. Für den Inhalt der angegebenen Seiten sind ausschließlich deren Betreiber verantwortlich.